AUSGEGEBEN IM AUGUST 1900.

BERICHTE

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

ZU

FREIBURG I. BR.

IN VERBINDUNG MIT

DR. DR. F. HILDEBRAND, F. HIMSTEDT, J. LÜROTH, J. VON KRIES,
G. STEINMANN, A. WEISMANN, R. WIEDERSHEIM,
PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT FREIBURG,

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. K. GERHARDT.

ELFTER BAND.

ZWEITES HEFT
MIT 6 TAFELN UND 4 ABBILDUNGEN IM TEXT.

FREIBURG I. BR.
C. A. WAGNER'S UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKEREI.
1900.

Ueber die Bedeutung der Kathodenstrahlen für den Entladungsmechanismus.

Von

Otto Berg.

(Vorläufige Mittheilung.)

Die Frage, welche Bedeutung die Kathodenstrahlen für den Entladungsvorgang haben, ist bereits im Jahre 1883 von HEINRICH HERTZ einer experimentellen Prüfung unterzogen worden[1]. HERTZ kam zu dem Resultat, dass die Kathodenstrahlen eine blosse Begleiterscheinung des Entladungsvorganges seien; er glaubte, festgestellt zu haben, dass sie nicht die Bahn des Stromes darstellen. Seitdem sind verschiedene neue Entdeckungen, die Kathodenstrahlen betreffend, gemacht worden; auch besitzen wir heute eine ziemlich allgemein anerkannte Theorie derselben. Wenn diese auch über die von HERTZ untersuchte Frage direkt nichts aussagt, so widerspricht doch die Richtung, der sie entsprungen ist, wohl zweifellos den HERTZ'schen Resultaten. Denn in gleicher Weise, wie man bemüht ist, die Kathodenstrahlen als fortgeschleuderte negative Theilchen zu erklären, sucht man den ganzen Entladungsvorgang auf Dissociations- und Diffusionserscheinungen zurückzuführen, in welche elektrische Wirkungen irgendwie eingreifen.

Der HERTZ'schen Auffassung widerspricht die Thatsache, dass Kathodenstrahlen die von ihnen getroffenen Körper elektrisch (negativ) laden, so dass man von diesen unter Umständen einen dauernden Strom zur Erde führen kann[2]. Dieser Strom muss natürlich auch auf der Bahn der Kathodenstrahlen fliessen. Die Stärke des-

---

[1] WIEDEMANN's Annalen 1883, Bd. XIX S. 782.

[2] Vgl. H. STARKE, Wiedemann's Annalen 1898, Bd. LXVI S. 49.

selben unter verschiedenen Bedingungen dürfte für die im Anfang angedeutete Frage von Wichtigkeit sein. Es soll im Folgenden über einige diesbezügliche und ähnliche Versuche kurz berichtet werden.

Die Konstruktion des dabei verwendeten Apparates kann nur angedeutet werden. Als Stromquelle diente eine durch Wasserkraft getriebene grosse Influenzmaschine mit zwei rotirenden Scheiben. Das Evakuiren wurde durch eine KAHLBAUM'sche Quecksilberluftpumpe besorgt. Zur Messung des Potentials zwischen den Elektroden diente ein HEYDWEILLER'sches Elektrometer; zur Strommessung ein empfindliches Galvanometer.

Die Kathodenstrahlenröhre war cylindrisch; etwa 50 cm lang, 4 cm dick. Die kreisrunde Kathode sass an einem Ende des Rohres, mit ihrer Fläche senkrecht zur Rohraxe; die Kathodenstrahlen fielen auf die Anode, welche, kapselförmig, den ganzen Querschnitt des Rohres einnahm und nur durch ein in ihrer Mitte angebrachtes Loch ein Bündel Kathodenstrahlen hindurchliess, das nun längs der Rohraxe seinen Weg nahm. Die Strahlen fielen endlich auf einen ziemlich komplizirten Auffangeapparat, der von Aussen längs des ganzen noch freien Rohres verschoben werden konnte. Er bestand aus drei von einander isolirten Metalltheilen: 1. einem das ganze umgebenden Schutzrohr, 2. einem äusseren Auffangeschirm, der in der Mitte durchbohrt war, und so ein Kathodenstrahlenbündel ausblendete, das schliesslich von dem 3. inneren Auffangeschirm ganz aufgefangen wurde, zuvor aber noch ein Thermoelement traf, welches relative Messungen der von den Kathodenstrahlen erzeugten Wärme anzustellen gestattete.

Die Entladungspotentiale, bei denen beobachtet wurde, lagen zwischen 1000 und 10 000 Volt. Bis zu diesen Grenzen konnten einerseits die spezifischen Wirkungen der Kathodenstrahlen schon gut beobachtet werden, andererseits machten sich noch nicht die Unregelmässigkeiten und Unstetigkeiten der Entladung bemerkbar, die bei noch höheren Potentialen die Messungen bald vereitelten.

Einen dauernden Strom vom Auffangeschirm der Erde zuzuführen, ist aus leicht ersichtlichen Gründen nur möglich, wenn gleichzeitig die Anode zur Erde abgeleitet ist. Denn bei dauernder Entnahme negativer Elektrizität vom Schirm müsste sich sonst die entsprechende Menge positiver Elekrizität im Rohre anhäufen. Die von HERTZ gewonnenen Resultate erklären sich wohl durch nicht genügende Berücksichtigung dieser Verhältnisse. Die Verbindung

der Anode mit der Erde schützte gleichzeitig die Theile des Entladungsrohres, in denen der Auffangeschirm verschoben werden konnte, so weit vor direkten elektrischen Einflüssen, dass die anzustellenden Messungen nicht gestört wurden.

Es lag nun die Frage nahe, was aus der von den Kathodenstrahlen mitgeführten nega'iven Elektrizität wird, wenn die Anode nicht zur Erde abgeleitet ist. Die Elektrizität muss dann auf irgend einem Wege durch das Entladungsrohr zur Anode gelangen. Eine Reihe mehr qualitativer Versuche, welche ich nach dieser Richtung hin anstellte, zeigte, dass dies zum Theil in Form von Kathodenstrahlen geschieht, die vom Auffangeschirm ausgehen, dass der Ausgleich zum Theil aber jedenfalls durch positive von der Anode fortgeschleuderte Theilchen bewirkt wird. Diese Theilchen sind unter etwas anderen Versuchsbedingungen — wie ich sie durch Vertauschung der Elektroden in meiner Versuchsanordnung sehr annähernd herstellen konnte — schon längst von Goldstein[1] als „Kanalstrahlen“ beobachtet worden. Dass diese Kanalstrahlen eine Bewegung positiver Theilchen darstellen, suchte auch jüngst Herr A. Wehnelt[2] nachzuweisen. Man wird diese Strahlen füglich als „Anodenstrahlen“ bezeichnen können.

Wenn die Anode zur Erde abgeleitet war und bei mittlerem Entladungspotential kräftige Kathodenstrahlenentwickelung erfolgte, so floss über den Auffangeschirm ein Strom zur Erde, der etwa $^1/_{10}$ der Stärke des gesamten die Röhre durchfliessenden Stromes besass. Der wievielte Theil aller Kathodenstrahlen zum Transport dieses Theilstromes verwendet wurde, liess sich nur schätzen; man würde etwa, den Dimensionen der Kathode und Anode nach, zur Zahl $^1/_5$ bis $^1/_{10}$ greifen. Diese Zahlen zeigen, dass die Kathodenstrahlen beim Stromtransport im Rohre eine sehr grosse Rolle spielen; ja es wird die Annahme nahe gelegt, dass unter gewissen Bedingungen wohl der g a n z e die Röhre durchfliessende Strom von Kathodenstrahlen, vielleicht gemeinsam mit den Anodenstrahlen, transportirt wird. Diese Annahme wird gestützt dadurch, dass sich stets ein enger Zusammenhang zwischen der Grösse des über den Auffangeschirm abfliessenden Stromes und dem Gesamtstrom der Röhre nachweisen liess.

---

[1] „Ueber eine noch nicht untersuchte Strahlungsform an der Kathode induzirter Entladungen“ (Berl. Ber. 1886, S. 691).

[2] Wiedemann's Annalen 1899, Bd. LXVII S. 421.

Es wurden nämlich Versuche derart angestellt, dass das Entladungspotential zwischen den Elektroden mit Hilfe der Luftpumpe konstant gehalten wurde, während die Stärke des die Röhre speisenden Stromes durch schnelleren oder langsameren Gang der Maschine zwischen etwa $15 \,.\, 10^{-6}$ bis $30 \,.\, 10^{-6}$ Ampere variirt wurde. Dabei zeigte sich, dass der Theilstrom immer dem Hauptstrom proportional wuchs, dass also der Quotient Theilstrom/Hauptstrom ungeändert blieb. Die neueren Versuche über Kathodenstrahlen haben gezeigt, dass deren Eigenschaften wesentlich charakterisirt sind durch das Entladungspotential, unter dem die Strahlen entstehen; hier macht sich die an sich selbstverständliche Thatsache geltend, dass neben das Entladungspotential als gleichberechtigter Faktor die Stromstärke des Hauptstromes tritt. Vielleicht bestimmt jeder dieser Faktoren je eine Gruppe von Eigenschaften, woraus es erklärlich wäre, dass bisher wohl vorwiegend der eine, nämlich das Entladungspotential, Beachtung gefunden hat.

Das Verhalten des Stromtheilungsquotienten (Theilstrom/Gesammtstrom) wurde nun unter verschiedenen Bedingungen untersucht. Einerseits wurde das Entladungspotential der Röhre mit Hilfe der Luftpumpe variirt, andererseits der Abstand des Auffangeschirmes von der Anode verändert, um eventuell im Gase stattfindende Absorption der Kathodenstrahlen nachzuweisen.

War das Entladungspotential so hoch, dass deutlich die grüne Glasphosphorescenz durch die Kathodenstrahlen sichtbar war, so war eine Absorption der Kathodenstrahlen nicht nachweisbar. Eine solche fand nur statt, wenn die Kathodenstrahlen-Phosphorescenz noch gar nicht wahrgenommen wurde. Es zeigte sich, dass bei solchen Entladungspotentialen die Existenz der Kathodenstrahlen durch die Stromtheilung schon deutlich bemerkbar wurde. Durch Annäherung eines Magneten konnte der Effekt zum Verschwinden gebracht werden, zum Beweis, dass er wirklich von Kathodenstrahlen herrührte.

Liess man das Entladungspotential allmählich zunehmen, so stieg der Stromtheilungsquotient zunächst schnell, nahe proportional dem Entladungspotential. Nachher nahm er langsamer zu, um, wie es schien, sich einem gewissen Werthe asymptotisch zu nähern, den er bei 10 000 Volt Entladungspotential fast erreicht hat. Man wird annehmen dürfen, dass von diesem Punkte an der Stromtransport in der Röhre nur noch von den Kathodenstrahlen, etwa gemeinsam mit Anodenstrahlen besorgt wird; namentlich, wenn man die Be-

obachtung von WIEDEMANN und SCHMIDT[1] hinzunimmt, dass das Entladungspotential in dem Augenblick bedeutend sank, wo man durch Drehen der Kathode bewirkte, dass die Anode von den Kathodenstrahlen getroffen wurde.

Die Gestalt des Auffangeapparates gestattete es, die Ausbreitung der Kathodenstrahlen zu verfolgen; es ergab sich, dass sich diese so verhielt, als ob die Kathodenstrahlen geradlinig konvergirten gegen einen Punkt, der einige Centimeter hinter der Kathode gelegen war.

Ueber die Wärmewirkungen der Kathodenstrahlen wurden anhangsweise Messungen mit dem Thermoelement angestellt (s. o.); es ergab sich:

1. Die von den Kathodenstrahlen beim Auftreffen auf feste Körper erzeugten Wärmemengen sind bei gleich bleibendem Entladungspotential proportional den von den Kathodenstrahlen übertragenen Elektrizitätsmengen.

2. Der Quotient Wärmemenge/Elektrizitätsmenge nimmt mit steigendem Entladungspotential stark zu.

Da dieser Quotient nach der Emissionshypothese dem Quadrat der Fortpflanzungsgeschwindigkeit proportional ist, so folgt, dass diese von der Stromstärke unabhängig ist und mit steigendem Entladungspotential wächst, unter der Voraussetzung, dass die spezifische Ladung der Theilchen als konstant angenommen wird.

Freiburg im Mai 1899.

Physikalisches Institut
der Universität.

---

[1] Kathodenstrahlen als Strombahn (Sitzungsber. d. phys. med. Soz. zu Erlangen, 1898, S. 22).

Leucitbasalt aus der Gegend von Pangkadjene in Süd-Celebes.

Von

H. Bücking,
Strassburg i. E.

Mit einer Tafel.

Im Juni und August 1898 unternahm ich von Makassar in Süd-Celebes aus mehrere Reisen in das Hinterland von Pangkadjene. Dort lernte ich einmal das Anstehende der Gesteine kennen, welche A. WICHMANN im Jahre 1888 als Geschiebe im Pangkadjenefluss gesammelt hatte[1], dann gelang es mir in den grotesk gestalteten Kalksteinfelsen, welche das niedere Vorland von Maros und Pangkadjene nach Osten hin umsäumen und von SCHREUDER[2] ehedem für jurassisch, von F. VON RICHTHOFEN[3] als gehobene Korallenriffe gedeutet wurden, Nummuliten in grosser Menge aufzufinden und dadurch den Kalk des sog. Rotsgebergtes als eocänen Nummulitenkalk zu bestimmen. Indem ich mir vorbehalte, in der Darstellung der geologischen Ergebnisse meiner Reisen in Süd-Celebes näher hierauf zurückzukommen, will ich heute nur auf ein Leucitgestein aufmerksam machen, welches ich im Liegenden des Nummulitenkalks im Hintergrunde des Thales von Kantisang bei Bangkeng Sakiang in grosser Ausdehnung anstehend verfolgen konnte.

Das Liegende des Nummulitenkalks bilden bei Kantisang sehr wenig mächtige, hellgelbe und hellgraue dünnschieferige Sandsteine,

---

[1] Glaukophan-Epidot-Glimmerschiefer, Neues Jahrb. f. Min. 1893 II S. 176; und Leucitbasalt, Natuurk. Tijdschr. voor Nederl.-Indie, Batavia 53, 1893 S. 315 ff. und N. Jahrb. f. Min. 1895 II S. — 91 —.

[2] Natuurk. Tijdschr. voor Nederl.-Indie, Batavia 7, 1854 S. 391.

[3] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1874 S. 248.

denen eine vorzügliche, der Eocänkohle von Borneo und vom Umbilienfluss in West-Sumatra gleiche Kohle eingelagert ist. Oestlich von Kantisang schieben sich zwischen den Nummulitenkalk und die kohlenführenden Schichten Eruptivbildungen ein, wodurch die sonst sehr regelmässige Lagerung im Untergrunde des Nummulitenkalks, nicht aber dieser selbst, einige Störungen erleidet.

Neben anscheinend verkieselten Tuffen von graugrüner Farbe und splitterigem Bruch, erfüllt mit fein eingesprengtem Magnetkies, findet sich, besonders in dem Seitenthal von Bangkeng Sakiang gut aufgeschlossen, ein ziemlich mächtiges Lager eines eigenthümlichen, durch zahlreiche Biotiteinsprenglinge ausgezeichneten Eruptivgesteins. In frischem Zustande hat es eine graue, verwittert eine braune Farbe und erinnert dann in Folge seines Reichthums an Biotit an gewisse Minetten; es ist aber, wie die nähere Untersuchung lehrt, Leucitbasalt.

Die Biotiteinsprenglinge, welche dem Beobachter zunächst auffallen, besitzen eine deutliche Krystallflächenbegrenzung. Ausser den regelmässig sechsseitigen Spaltblättchen, deren Durchmesser zwischen $^1/_2$ und 3 mm schwankt, beobachtet man auch noch unverletzte Krystalle mit matten, parallel der Basis gestreiften Seitenflächen und mit glänzender Basis. Die Ausdehnung dieser Einsprenglinge, in der Richtung der Vertikalaxe gemessen, beträgt 1 bis 2, in einzelnen Fällen sogar 4 mm.

Bei weitem weniger zahlreich sind Einsprenglinge von Augit. Sie sind dunkelgrün bis schwarz, besitzen die gewöhnliche Form *(100) · (110) · (010) · ($\bar{1}$11)*, sind meist dicktafelförmig nach dem Orthopinakoid und zugleich nach der c-Axe gestreckt, in der Regel einfach, selten verzwillingt nach dem gewöhnlichen Gesetz. In ihrer Grösse variiren sie zwischen 4 und 10 mm Länge.

Ein Bild von der mikroskopischen Beschaffenheit des Gesteins geben die Lichtdrucke auf der beigefügten Tafel. Man erkennt bei Durchmusterung eines Dünnschliffs unter dem Mikroskop zunächst, dass Biotit in allen Grössenabstufungen bis herab zu kleinen Grundmassengemengtheilen mit nur 0,005 mm breiten Basalschnitten vorkommt, während sich die Zahl der Augiteinsprenglinge gegenüber den mit blossem Auge sichtbaren kaum erhöht. Weiter aber treten porphyrisch aus der Grundmasse hervor Olivin in charakteristischen Durchschnitten und Apatit in kleinen farblosen Prismen. Die Grundmasse selbst erscheint holokrystallinisch und setzt sich aus Biotit, Augit, Leucit und Magneteisen zusammen.

Die Krystalle des Biotit erweisen sich bei der mikroskopischen Untersuchung bisweilen nicht so scharf ausgebildet, als es nach dem makroskopischen Befund scheinen wollte. Vielfach sind sie randlich angeschmolzen und theilweise resorbirt, ohne dass jedoch ein dunkeler Rand, wie er bei magmatisch korrodirten Biotiten in Minetten sowie in trachytischen und andesitischen Gesteinen so häufig aufzutreten pflegt, entstanden wäre; es sind nur die Umrisse sowohl der Basalschnitte als der Querschnitte gerundet, und von der Seite her ist die Grundmasse buchtenartig in das Innere eingedrungen, was auch in den beiden Phototypien deutlich zum Ausdruck kommt. Der Biotit ist übrigens vollkommen frisch. Seine Farbe ist braun; der optische Axenwinkel ist sehr klein. Als Einschlüsse in den grösseren Krystallen wurden langsäulig ausgebildete Apatite und Körner von Magneteisen wahrgenommen. Die Biotitkrystalle der Grundmasse unterscheiden sich nur durch die kleineren Dimensionen von den Biotiteinsprenglingen; sie sind frei von Einschlüssen.

Jedenfalls ist der Biotit eine der ältesten Ausscheidungen; in einer späteren Periode der Gesteinsverfestigung war er nicht mehr bestandsfähig und erlitt desshalb mannigfache Korrosionen. Viele der kleinen unregelmässig begrenzten Biotitlamellen in der Grundmasse lassen sich als Resorptionsrelikte grösserer Einsprenglinge ansprechen; indessen kommen neben diesen auch noch ganz scharf ausgebildete, in ihren Basalschnitten zuweilen nur 0,005 mm breite Biotitkryställchen vor, an denen man keine Spur einer Korrosion wahrnehmen kann.

Von Augit lassen sich recht wohl zwei Generationen unterscheiden. Die grösseren Einsprenglinge sind im Dünnschliff von sehr heller Färbung und besitzen einen schwachen, aber immerhin noch deutlich erkennbaren Pleochroismus zwischen lichtbräunlich ($\mathfrak{b}$) und lichtgrünlich ($\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{c}$). Auch ein zonarer Bau wird bei mehreren Krystallen bemerkt. Die Auslöschungsschiefe in den Schnitten parallel *(010)* beträgt durchschnittlich 40° und ist bei den zonar gebauten Krystallen am Rande um einige Grad grösser als in dem centralen Theil. An Einschlüssen beherbergen die grösseren Augite sehr viele Apatitprismen, etwas Magneteisen, einzelne winzige Kryställchen von Zirkon und vielfach Reste von Grundmasse, welche aus einem braunen oder farblosen Glas besteht, in dem Biotitlamellen und Magneteisenkörner zur Ausscheidung gelangt sind. Die Augite sind durchweg frisch bis auf einige der grösseren Krystalle, welche, wie z. B. der in Fig. 1 am oberen Rande abgebil-

dete, auf breiten quer verlaufenden Rissen und hier und da an der Peripherie farblosen Calcit aufweisen. Dieser ist nur zum kleinen Theil als ein Zersetzungsprodukt des Minerals anzusehen; seiner Hauptsache nach ist er wohl von Lösungen abgesetzt, die aus dem hangenden Nummulitenkalk in den Leucitbasalt eingedrungen sind.

Der Augit der Grundmasse bildet kleine, bis $^1/_4$ mm lange, säulenförmige, scharf ausgebildete Kryställchen und winzige, zuweilen nur 0,0025 mm dicke, stabförmige Mikrolithen. Letztere sind in grosser Zahl durch die Grundmasse verbreitet und übertreffen hier die kleinen Biotitlamellen bisweilen an Menge. In Farbe und Auslöschungsschiefe verhalten sich die Grundmassenaugite ganz so wie die grösseren porphyrisch ausgeschiedenen Krystalle desselben Minerals.

Olivin kommt nur in Einsprenglingen vor. Die Grösse seiner Krystalle variirt zwischen $^1/_4$ und $1^1/_2$ mm. Nirgends sind noch unversehrte, frische Theile des Minerals erhalten; es ist vielmehr vollständig von Calcit verdrängt, der von breiten Serpentinadern durchsetzt und umsäumt wird (vgl. den grösseren Durchschnitt links unten in Fig. 2). Die charakteristische Form der Durchschnitte ist in den meisten Fällen recht scharf bewahrt geblieben; nur ab und zu lassen sich Resorptionsphänomene und Grundmasseneinbuchtungen wahrnehmen.

Der Apatit erscheint in 0,03—0,3 mm dicken, wasserhellen, langen Prismen. Bisweilen zeigen dieselben eine pyramidale Endigung. Die Spaltbarkeit nach der Basis ist durch feine gerade Risse vielfach angedeutet, weniger gut die nach dem Prisma. Die Krystalle treten sowohl als Einschluss in den grösseren Einsprenglingen von Biotit (vgl. Fig. 1 unten links) und Augit als auch in der Grundmasse zerstreut auf. Einzelne im centralen Theil etwas getrübte Durchschnitte enthalten, wie sich erst bei starker Vergrösserung ergiebt, zahlreiche rundliche Einschlüsse mit Libelle; deren Natur liess sich aber nicht mit Sicherheit bestimmen.

Magnetit ist in Körnchen und scharf ausgebildeten Krystallen ziemlich gleichmässig durch die Grundmasse vertheilt. An einzelnen wenigen Stellen, wo zugleich schmale Biotitlamellen in grösserer Zahl sich einstellen, sind auch Ansammlungen von Eisenkieskörnchen beobachtet worden.

Der Leucit ist am schwierigsten zu erkennen. Nur die grösseren Krystalle von durchschnittlich 0,1 mm Durchmesser besitzen deut-

liche Umrisse; sie zeigen auch eine schwache Doppelbrechung und Andeutung der bekannten Gitterstruktur. Als Einschlüsse enthalten sie einige Mikrolithen von Augit und Körnchen von Magneteisen in regelloser Lagerung. Selten werden sie von einem Kranz tangential gestellter Biotitblättchen und kleiner Augitkrystalle umgeben.

Die kleineren Leucitkrystalle (von 0,04 mm Dicke und darunter) wirken kaum noch auf das polarisirte Licht ein. Ihre Durchschnitte besitzen eine unregelmässig rundliche Gestalt. In der Regel sind sie sehr arm an Einschlüssen und heben sich dann als kleine helle Flecken recht gut aus dem an Augitmikrolithen und Magnetitkörnchen reichen Gewebe der Grundmasse hervor (vgl. besonders den oberen Theil der Fig. 2). Wo dies aber nicht der Fall ist, kann man das Mineral nicht mehr mit Sicherheit als solches bestimmen und nicht von etwa vorhandenem farblosen Glase unterscheiden. Zersetzungserscheinungen zeigt der Leucit nicht.

Ob zwischen den kleinen Leuciten und den anderen Gemengtheilen der Grundmasse noch eine lichte Glasbasis in dünnen Häutchen vorhanden ist, liess sich nicht feststellen. Jedenfalls würde dieselbe sehr zurücktreten. In den Einschlüssen von Grundmasse, welche sich in den Augiteinsprenglingen vorfindet, ist, wie bereits oben erwähnt wurde, farbloses und bräunliches Glas vorhanden.

Sekundärer Entstehung ist der Calcit. Er findet sich auf den Spalten und an der Peripherie einzelner grösserer Augitkrystalle und in Form von Pseudomorphosen nach Olivin; ausserdem kommt er in kleiner Menge in der Grundmasse vor und zwar in feinen Aggregaten, die sich durch ihr lebhaftes Farbenspiel zwischen gekreuzten Nikols verrathen. In dem stärker verwitterten, braunen Gestein überzieht Calcit die Klüfte oder erfüllt kleinere und grössere Höhlungen, die durch Auswitterung entstanden sind. Hier verdankt er sicherlich seine Entstehung dem Sickerwasser, das die dem stark zerklüfteten Nummulitenkalk entrissenen Bestandtheile in dem darunterliegenden, schwerer durchlässigen Eruptivgestein zum Absatz brachte. Auch der grösste Theil des Calcits in der Grundmasse ist selbst bei dem noch frisch aussehenden Gestein vermuthlich von aussen zugeführt; nur ein wenig Calcit mag sich auch bei der im Allgemeinen ja nicht tief gehenden Zersetzung einzelner Augitkrystalle gebildet haben.

Einige Dünnschliffe lassen in der parallelen Anordnung der Biotitlamellen von mittlerer Grösse eine Fluidalstruktur hervortreten. In der Stellung der grösseren Einsprenglinge oder der

kleinen prismatisch entwickelten Gemengtheile der Grundmasse kommt dieselbe aber kaum zum Ausdruck; auch in den Handstücken ist von einer Fluidalstruktur nichts zu beobachten.

Seiner mineralogischen Zusammensetzung nach ist das Gestein als ein Leucitbasalt zu bezeichnen, der einerseits durch die vollständige Abwesenheit von Nephelin und Feldspath besonders ausgezeichnet ist und andererseits durch das auffallend starke Hervortreten des Biotits ein aussergewöhnliches Aussehen besitzt. Ich glaube, dass diesen Eigenthümlichkeiten durch die Bezeichnung des Gesteins als Biotit-Leucitbasalt vollkommen Rechnung getragen wird und es eines besonderen, etwa von der Oertlichkeit Bangkeng Sakiang entlehnten Namens nicht weiter bedarf.

Auch die chemische Zusammensetzung weist das Gestein in die Gruppe der normalen Leucitbasalte. Die Analyse, welche Herr Dr. BRUHNS auf meine Veranlassung ausführte, ergab die folgenden unter I angegebenen Werthe:

	I.	II.
SiO_2	47.13	46.43
Al_2O_3	14.47	15.99
Fe_2O_3	13.56	15.04
CaO	9.00	9.27
MgO	4.16	1.74
K_2O	8.00	6.93
Na_2O	0.81	0.51
P_2O_5	—	0.73
Glühverlust	2.94	3.20
	100.07	99.84.

Der hohe Gehalt an Kali liefert den Beweis, dass das Gestein sehr reich an Leucit ist. Derselbe macht in der That wohl annähernd den dritten Theil des Ganzen aus, während auf den Biotit und Augit zusammen ungefähr die Hälfte und der Rest auf die übrigen Gemengtheile entfällt. In seiner chemischen Zusammensetzung hat der Leucitbasalt von Bangkeng Sakiang eine grosse Aehnlichkeit mit dem von J. W. JUDD[1] sowie von T. W. EDGEWORTH DAVID und W. ANDERSON[2] vom Byrok Mountain in Neu-Süd-Wales

[1] Miner. Mag., London 1887, VII S. 195.

[2] Records Geol. Surv. of New South Wales, Sydney 1890, Vol. I Part. III p. 153—172. Refer. im N. Jahrb. f. Min. 1892, I S. —316—.

beschriebenen Leucitbasalt; letzterer enthält ebenfalls mit blossem Auge sichtbaren Glimmer. Die Analyse dieses australischen Leucitbasaltes, ausgeführt von J. C. H. MINGAYE[1], ist oben unter II zum Vergleich hinzugefügt.

Tafel-Erklärung.

Fig. 1. 25fache Vergrösserung. Oben rechts Biotit-Einsprengling, Querschnitt, magmatisch korrodirt, mit Grundmasseneinbuchtung. Links desgl. Unten links Biotit-Einsprengling, Basalschnitt (desshalb dunkler), korrodirt, mit Einschluss eines hellen Apatitprismas, das schräg geschnitten ist.

Oben Augit-Einsprengling, mit hellem Calcit am Rande und auf den Querrissen.

Von der Mitte nach unten hin, etwas links, zwei helle, annähernd basale Durchschnitte von Apatit, der obere mit theilweise scharfer Begrenzung.

Rechts unten eine Olivinpseudomorphose und rechts neben dem zuletzt erwähnten unteren Apatit eine zweite, beide nicht sehr deutlich.

Fig. 2. 45fache Vergrösserung. Unten links Biotit-Einsprengling, Querschnitt, an den Kanten gerundet; mit Calcit am Rande der Figur (in einer Grundmasseneinbuchtung gelegen). Rechts kleinerer dunkler (bezw. schwarzer) Basalschnitt von Biotit mit scharf sechsseitigem Umriss.

Links von dem letzteren sowie über und unter demselben, ferner am Rande der Figur rechts von demselben Biotit helle Aggregate von Calcit.

Links grosser Olivin-Einsprengling, umgewandelt in Serpentin und Calcit; ein kleiner Olivin links unter dem vorhererwähnten dunkelen Basalschnitt von Biotit hebt sich weniger deutlich ab.

In der Grundmasse treten hervor Biotit (dunkeler), Augit (heller), Magnetit (schwarz), sowie scharfe Durchschnitte von Apatit und helle rundliche, nicht scharf begrenzte Durchschnitte von Leucit.

---

[1] S. Anm. 2 auf vor. Seite.

Ueber einen Apparat zur Gasanalyse, speciell zur Bestimmung der im Wasser gelösten Gase.

Von

Otto Berg.

(Aus dem tierphysiologischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin.)

Im Verlaufe von Versuchen über die Einwirkung statischer Elektricität auf die im Wasser gelösten Gase[1] stellte sich das Bedürfnis nach einem geeigneten Apparat zur Bestimmung derselben heraus. Es handelte sich hauptsächlich um die Bestimmung des gelösten Sauerstoffs und Stickstoffs. Eine hinreichende Genauigkeit würde die Anwendung der Quecksilberluftpumpe in der Form der Blutgaspumpe liefern, wie sie zu physiologischen Zwecken vielfach verwandt wird. Jedoch war das Arbeiten mit der Luftpumpe bei der grossen Anzahl der anzustellenden Versuche zu umständlich und zeitraubend, sodass zunächst ein kleiner, handlicher Apparat[2] benutzt wurde, dessen Genauigkeit aber schliesslich nicht mehr ausreichte. Der neu zu konstruierende Apparat sollte die Genauigkeit der Quecksilberluftpumpe mit grösserer Handlichkeit vereinen. Da er vielleicht für manche Zwecke brauchbar ist, und

---

[1] Otto Berg und Karl Knaute: Ueber den Einfluss der Elektricität auf den Sauerstoffgehalt unserer Gewässer (Naturw. Rundschau XIII, S. 661 u. 675, 1898).

[2] Der sogen. „Tenax" des Herrn Müller in Brandenburg (Zeitschr. f. angew. Chem. 1899, Maiheft). Ueber einen anderen, dem hier beschriebenen näher kommenden Apparat vergl. Pettersen Chem. Ber. 1889, XXII, 1 S. 1434.

andererseits die erwähnten Versuche auf unbestimmte Zeit unterbrochen werden mussten, so soll er im folgenden beschrieben werden.

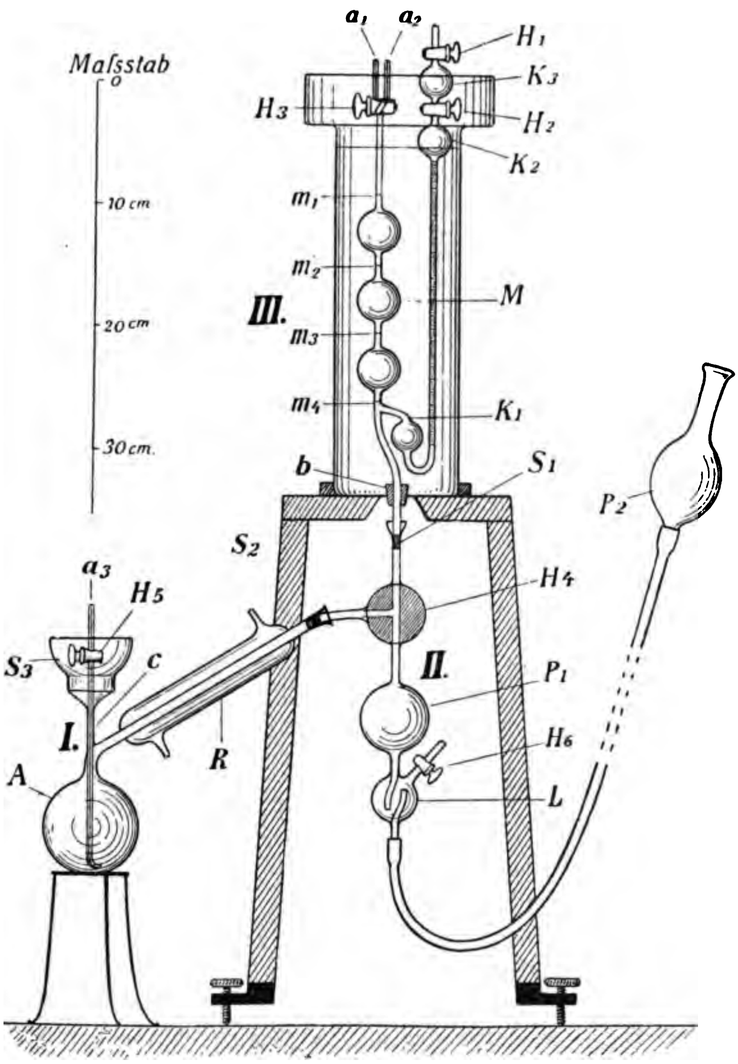


Fig. 1.

Als Absperrflüssigkeit für die aufzufangenden Gase musste, um Fehler infolge von Absorption auszuschliessen, Quecksilber verwendet werden. Die Funktion des Apparates beruht im wesentlichen auf der Verdrängung der Luft durch die Dämpfe siedenden Wassers.

Der ganze Apparat besteht aus drei getrennten Teilen. Teil I und II (s. Fig. 1) sind durch den Schliff S_2 verbunden, Teil II und III durch den Schliff S_1. Teil I nimmt das Wasser auf, dessen Gase durch Auskochen in Teil III befördert werden, um dort der Analyse zu unterliegen. Teil II hat die Funktion, die minimalen in I verbleibenden Gasreste — nach Art der GEISSLERschen Quecksilberluftpumpe — nach III hinüberzubefördern.

Um den Apparat in Thätigkeit zu versetzen, verfahren wir folgendermassen. Wir lösen zunächst den Schliff S_2 und entfernen den Teil I ganz. Der Dreiweghahn H_4 verbindet in der Stellung, welche die Figur 1 andeutet, die Teile I, II, III mit einander; nach Entfernung von I kommunizieren also II und III mit der äusseren Luft. Wir drehen nun den Dreiweghahn um 180°, sodass nunmehr II und III nur noch mit einander kommunizieren. Sodann senken wir das Gefäss P_2, das — in der (Fig. 1) angedeuteten Weise — durch einen starkwandigen Schlauch mit II in Verbindung steht, etwa bis zur Höhe des Luftfanges L, öffnen sämtliche Hähne H_1, H_2, H_3, H_6 und giessen P_2 durch seinen Hals hindurch voll Quecksilber. Das Quecksilber steigt durch E hinauf und tritt durch den Hahn H_6, den wir in demselben Moment schliessen. Wir heben jetzt langsam P_2. Das Quecksilber steigt nun durch II in die Höhe: erfüllt die Kugel P_1, die Hahnbohrung von H_4 und tritt, den Schliff S_1 passierend, in den Teil III ein. Hier teilt es sich dicht unterhalb m_4 in zwei Teile: der eine fällt nach der Kugel K_1 hinunter, füllt diese und steigt durch das Rohr M aufwärts; der andere nimmt den Weg durch die Kugeln zwischen m_4, m_3, m_2, m_1. Die Hähne H_2 und H_3 werden zu gleicher Zeit erreicht; wir lassen etwas Quecksilber durch H_3 hindurchtreten und schliessen dann, während wir auf der rechten Seite noch die Luft aus der Kugel K_3 durch H_1 hinausdrängen und dann H_1 ebenfalls schliessen.

Senken wir jetzt P_2, so bleibt schliesslich unterhalb H_1 und H_3 ein luftleerer Raum, jedoch wird das Quecksilber aus M in K_1 zurückgehalten, wie tief auch der Quecksilberspiegel sonst sinkt. Der Apparat kann nun dazu dienen, die Menge irgend eines Gases zu bestimmen, und zwar durch gleichzeitige Druck-, Volumen- und Temperaturmessung. Es bedeuten nämlich m_1, m_2, m_3, m_4 Striche, die auf dem Glasrohr derart angebracht sind, dass der Rauminhalt des Apparatteiles zwischen H_3 und bez. m_1, m_2, m_3, m_4 bez. 3, 20, 40, 60 ccm beträgt. Auf M ist eine Millimeterteilung angebracht.

Wir lassen das zu messende Gas durch H_3 in das Kugelrohr treten und bewirken durch Heben und Senken von P_2, dass das Quecksilber genau an einer der Marken *m* einsteht. Damit kennen wir das Volumen des Gases. Der Druck ergiebt sich aus dem Stand des Quecksilbers im Manometer *M*, nachdem durch einen Versuch festgestellt ist, wo der Quecksilberspiegel im Manometerrohr *M* einsteht, wenn sich im Kugelrohr kein Gas befindet und das Quecksilber auf der betreffenden Marke *m* zur Einstellung gebracht ist.

Um die Temperatur messen zu können, ist das Kugelrohr samt dem Manometer in einem cylindrischen Glasgefäss angebracht, das mit Wasser gefüllt wird. Das Gefäss hat bei *b* eine Bohrung, in welche das nach unten gehende Glasrohr durch einen Gummistopfen wasserdicht eingepasst ist.

Das Glasgefäss steht fest auf einem soliden, mit Stellschrauben versehenen Holzschemel. An dessen Füssen sind durch Klammern, die in der Figur nicht gezeichnet sind, die Teile II und I befestigt. Die Schliffe S_1 und S_2 sind natürlich gut durch Federn gesichert. Die Kugel K_2 am Manometer *M* hat den Zweck, die Fehler zu verkleinern, die durch etwaige kleine an den Glaswänden in *M* hängen gebliebene Luftbläschen entstehen könnten. Die Kugel K_3 und der Doppelabschluss durch die Hähne H_1 und H_2 dienen zur Verhütung des gleichen Fehlers: wenn K_3 nahezu luftleer ist, können minimale Luftmengen aus K_2 noch mit grosser Sicherheit nach K_3 befördert werden. (Heben und Senken von P_2 bei entsprechender Stellung des Hahnes H_2.) Da bei der Bestimmung der Wassergase im Kugelrohr meist die Spannung des gesättigten Wasserdampfes herrscht (s. u.), so wird über den Quecksilberspiegel im Manometerrohr eine kleine Quantität luftfreien Wassers gebracht.

Wir nehmen nun an, der Teil III sei durch die zu Anfang geschilderte Operation luftleer gemacht und P_2 soweit gesenkt, dass der Quecksilberspiegel in II unterhalb des Dreiweghahnes H_4 steht. Wir füllen nun in den abgenommenen Teil I, nachdem dessen Hahn H_5 geschlossen ist, von der offenen Seite her (Schliffstück S_2) eine kleine Quantität Wasser. Das Wasser wird ins Kochen gebracht, und dies, während durch den Rückflusskühler *R* Kühlwasser fliesst, so lange fortgesetzt, bis mutmasslich alle Luft aus der Kugel *A* verdrängt ist. Während des Siedens wird die Kapillare *c* bis oben durch Saugen mit dem ausgekochten Wasser

gefüllt, H_5 geschlossen und nunmehr Teil I durch den Schliff S_2 mit II verbunden, endlich der Dreiweghahn H_4 so umgestellt, dass I mit III in Verbindung tritt. Durch das dabei auftretende heftige Aufkochen wird fast alle noch bei S_2 befindliche Luft in das Vakuum von III befördert. Die jetzt noch in I befindliche Luft wird durch Pumpen unter Benutzung der Hähne H_3 und H_4 allmählich entfernt. Die Vorsicht, den Luftfang E anzubringen, ist unbedingt erforderlich, wenn nicht durch den Schlauch Luft in den Apparat eintreten soll.

Befindet sich jetzt in der Kugel A nur wenig Wasser, so ist der Apparat zum Arbeiten bereit. Man beginnt damit, dass man Teil I durch entsprechende Drehung von H_4 gegen II und III absperrt. Um das zu untersuchende Wasser in den etwa 200 ccm haltenden Kolben A einfüllen zu können, ist in dessen Hals die Kapillare c eingeschmolzen, die bis an den Boden des Kolbens reicht und dort ausgezogen und umgebogen ist. Das kapillare Stück über dem Hahn wird nun von aussen mit Wasser gefüllt und durch einen engen Schlauch mit einer Pipette kurz verbunden, die das zu untersuchende Wasser enthält. Durch Oeffnen des Hahnes H_5 lässt man das Wasser in abgemessener Quantität in den Kolben A eintreten (das Miteindringen von Luftblasen wird sorgfältig vermieden). Beim Eintreten ins Vakuum giebt das Wasser schon seine meisten Gase ab. Nun wird, während der Rückflusskühler in Thätigkeit ist, das Wasser im Kolben A gekocht. Dabei ist der Hahn H_5 durch ein (mittelst Schliff S_3 aufgesetztes) Kühlgefäss vor zu starker Erwärmung geschützt. Nach etwa zwanzig Minuten lang fortgesetztem Kochen verbindet man kurze Zeit I und III durch den Dreiweghahn; nachdem in der Kugel P_1 das Vakuum[1] hergestellt ist, verbindet man I mit II und überzeugt sich, dass keine merklichen Mengen Luft mehr aus dem Wasser frei werden. Was noch frei wird, wird durch Pumpen nach III geschafft.

Bei sorgfältigem Arbeiten lässt sich erreichen, dass nur eine ganz geringe Menge Wasser mit der Luft aus dem Kochkolben hinüberkommt, bez. dass ein grösserer Ueberschuss durch den Dreiweghahn in den Kochkolben zurückgedrängt wird. Der Dreiweghahn hat, um den Rückfluss des Wassers zu erleichtern, eine 5 mm weite Bohrung und dementsprechend einen Durchmesser von 5 bis 6 cm. Nachdem die in III aufgefangenen Gase gemessen und ana-

---

[1] Die Hahnbohrung von H_4 ist natürlich vorher mit Quecksilber zu füllen. Bei richtigem Operieren gelangt davon nichts in den Auskochkolben A.

lysiert sind (vergl. unten), wird der Rest durch den Hahn H_3 ausgetrieben. Um den Apparat nun für den nächsten Versuch wieder in Bereitschaft zu setzen, ist noch das Wasser aus dem Kochkolben A zu entfernen. Zu dem Zweck setzt man an a_3 mittelst eines engen Gummischlauchs eine Kugel an, in der man ein Toricellisches Vakuum hergestellt hat[1]. Bringt man dann das Wasser im Kolben A bei abgesperrter Kühlung zum Sieden und öffnet den Hahn H_5, so treibt die Spannung des Dampfes über dem siedenden Wasser dasselbe durch die Kapillare c hinaus. — Der Apparat ist also nach jeder Auskochung ohne weitere Vorbereitung wieder für einen neuen Versuch bereit.

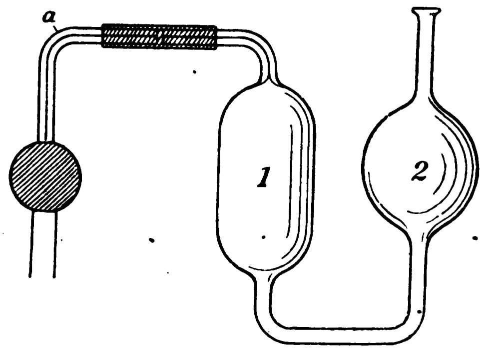


Fig. 2.

Wir wenden uns nun zur Besprechung der Gasanalyse. Es seien in dem zu untersuchenden Wasser die Bestandteile der Luft: Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure vorhanden. Die Gesamtmenge der ausgekochten Luft wird in der oben angegebenen Weise bestimmt, und sodann die Kohlensäure und hinterher der Sauerstoff durch Absorption entfernt. Zu dem Zwecke ist in dem Hahn H_3 in bekannter Weise eine schräge kapillare Doppelbohrung angebracht. In der durch die Figur skizzierten Stellung ist das Kapillarrohr a_2 mit dem Kugelrohr verbunden; nach einer Drehung des Hahnes um 180° wäre a_1 mit dem Kugelrohr in Verbindung. Diesen Kapillaren wird durch Gummischlauch je eine kleine Hempel'sche Absorptionspipette für Kohlensäure und Sauerstoff angefügt. Die Form der Pipetten und die Art der Verbindung ist in Figur 2 angedeutet. Der Raum 1 der Pipetten ist bei der Kohlensäure-

[1] Auch Verbindung mit einer Wasserluftpumpe thut denselben Dienst.

pipette mit Glasröhrchen beschickt, bei der Sauerstoffpipette mit Röllchen aus feinem Kupferdrahtnetz. Raum 1 und 2 fassen je etwa 5 ccm Flüssigkeit. Die Füllung ist bei der einen Pipette Kalilauge, bei der anderen ammoniakalische Kupferlösung[1]. Nach Messung der gesamten Luftmenge treibt man die Luft in die Kalilaugepipette, lässt die Kohlensäure absorbieren und misst im Apparat die restierende Luft. Sodann verfährt man analog zur Sauerstoffbestimmung. Die Absorption erfolgt in beiden Pipetten in einigen Minuten.

Es bleiben noch einige Fehlerquellen bei der Analyse zu besprechen. Da beim Auskochen ein wenig Wasser mit in das Kugelrohr kommt, so ist bei Einstellung des Quecksilbers auf eine Marke das Volumen des abgesperrten Gases nicht genau das durch die betreffende Marke bezeichnete, sondern es ist um das Volumen des über dem Quecksilber stehenden Wassers kleiner. Um dies Volumen zu bestimmen, kann man zwei Einstellungen machen: man stellt erst den Quecksilbermeniskus auf die betreffende Marke ein, dann den Wassermeniskus und liest beide Male den Stand im Manometer ab. Kennt man den Querschnitt der Röhre bei der betreffenden Marke, so lässt sich dann die Höhe und das Volumen der Wasserschicht über dem Quecksilber leicht berechnen, wozu man eine Hilfstabelle anlegen kann. Noch einfacher kann man in der Nähe der Marken eine Centimeterteilung anbringen lassen und die Höhe der Wasserschicht direkt ablesen. Meist liefert auch eine Schätzung nur Fehler, die unter $^1/_2$ % bleiben[2]. Die Wasserschicht stört übrigens nur bei Bestimmung der Gesamtmenge der Gase. Nach der Kohlensäureabsorption lässt man das Wasser in der Absorptionspipette. — Hat man dem auszukochenden Wasser Säure zugesetzt, um auch die gebundene Kohlensäure zu bestimmen, so können kleine Unterschiede der Wasserdampftension zwischen Kugelrohr und Manometer auftreten. Das gleiche gilt, wenn der an den Wänden des Kugelrohres hängende Wasserrest nach der Kohlensäureabsorption Alkali, nach der Sauerstoffabsorption Ammoniak enthält. Davon herrührende Fehler lassen sich dadurch vermeiden, dass man zu Anfang und jedesmal, nachdem das gerade gemessene Gas in die betreffende Absorptionspipette übergetrieben ist, die Nulllage des Manometers feststellt (d. h. die Dampftension in Rechnung

---

[1] s. HEMPEL, Gasanalystische Methoden.

[2] Die Wasserschicht ist natürlich auch bei der Druckbestimmung zu berücksichtigen.

zieht, die ausser dem zu messenden Gasdrucke noch auf die Quecksilberfläche wirkt)[1].

Zu Beginn der Analyse ist darauf zu achten, dass in den Kapillaren a und in den Kapillaren der Pipetten keine Luftbläschen sind. Ebenso, dass beim Einlassen der Gase aus der Pipette ins Kugelrohr die Flüssigkeit bis in die Bohrung des Hahnes H_3 vordringt. Die Gase des zu untersuchenden Wassers können vollkommen nach III transportiert werden. Die (wohl fast immer unbeträchtlichen) Spuren Luft, welche in der Einlasskapillare c zurückbleiben, kann man noch entfernen, indem man ein paar Mal mit einem Bunsenbrenner über den äusseren Teil der Kapillare fährt. Es wird also zum Schluss die Genauigkeit der Bestimmungen von der Genauigkeit der Druck- und Volumenmessung abhängen. Stellt man den Quecksilberspiegel auf die Marken m_2, m_3, m_4, so ist, wie leicht ersichtlich, die Volumenbestimmung genauer als die Druckbestimmung. Die Volumina des Kugelrohres bis zu den einzelnen Marken sind mit Quecksilber genau zu kalibrieren. Es sind also nur vier Kalibrierungen erforderlich. Die Fehlergrenze haftet sonach an der Druckbestimmung. Da man den Stand des Quecksilbers im Manometer mit Sicherheit auf $\pm$ 0,1 mm genau ablesen kann, so kann ein Druck von 2 cm auf 1 % genau bestimmt werden. Das Volumen des Kugelrohres bis m_2 beträgt 20 ccm. Eine Gasmenge von 20 ccm unter 2 cm Druck kann also noch auf 1 % genau gemessen werden. Das entspricht einer Gasmenge von etwas mehr als 1/2 ccm bei Atmosphärendruck. Der Apparat fasst, bis m_4 gefüllt, 60 ccm Gas unter einem Druck von 20 cm Quecksilber. Das entspricht einer Gasmenge von etwa 16 ccm unter Atmosphärendruck. Die Dimensionen des Apparates sind so gewählt, dass man von 16 ccm abwärts jede Gasmenge messen kann. Es lassen sich aber auch noch grössere Mengen messen, wenn man die Hähne H_1 und H_2 öffnet und das Manometer M als offenen Druckmesser benutzt. Das macht freilich noch die

---

[1] Bei nicht sehr vorsichtigem Arbeiten fanden wir beispielsweise folgende Schwankungen des Nullpunktes im Manometer:

1. Nulllage bei Benetzung des Kugelrohres mit sehr verdünnter Säure	9,10 cm.
2. Bei Benetzung mit Lauge aus der Pipette	8,99 cm.
3. Beim Hinzutreten von ammoniakalischer Kupferlösung, die unter Einfluss der Lauge Ammoniak freigiebt	9,93 cm.
4. Nach Spülen mit verdünnter Säure und neuer Benetzung durch Kupferlösung	9,39 cm.

Berücksichtigung des Barometerstandes notwendig. — In 100 ccm Leitungswasser sind etwa 2 ccm Luft gelöst. Die Fehler bei der Analyse dieser Luft brauchen also 1 % nicht zu erreichen.

Zum Schluss seien noch die Zahlen von einigen mit dem Apparat vorgenommenen Gasbestimmungen mitgeteilt.

1. Bei einer Temperatur von 16,75° C. und einem Luftdruck (Barometerstand minus Wasserdampftension) von 741,6 mm wurde eine Quantität Wasser durch eine Stunde lang fortgesetztes Schütteln mit Zimmerluft gesättigt, und dann 100 ccm des Wassers im Apparat ausgekocht. Für die betreffende Temperatur sind die Absorptionskoëffizienten von

[1] O_2 : 0,0338
N_2 : 0,01732
CO_2 : 0,9577,

demnach sind in 100 ccm Wasser theoretisch absorbiert:

$$O_2 = \frac{3{,}38 \cdot 741{,}6 \cdot 20{,}9}{760} = 0{,}689 \text{ ccm}$$

$$N_2 = \frac{1{,}732 \cdot 741{,}6 \cdot 79{,}0}{760} = 1{,}335 \text{ ccm}$$

$$CO_2 = \frac{95{,}77 \cdot 741{,}6 \cdot 0{,}1}{760} = 0{,}093 \text{ ccm},$$

indem 20,9 % O_2; 79,0 N_2; 0,1 % CO_2 in der Luft vorausgesetzt werden. — Die Auskochung ergab statt der theoretischen Werte:

O_2 = 0,711 ccm
N_2 = 1,381 ccm
CO_2 = 0,206 ccm.

2. Derselbe Versuch mit Luft aus dem Freien bei 18,3° und 750,5 mm:

	berechnet:	gefunden:
O_2	0,676	0,629
N_2	1,317	1,337
CO_2	0,037	0,050.

[1] Es sind für O und N die wohl zuverlässigsten Zahlen von BOHR und BOCK benutzt, vergl. LANDOLT-BÖRNSTEIN, 2. Aufl. S. 257; für CO_2 s. S. 259.

Die Unterschiede erklären sich bei O_2 und N_2 aus der Unsicherheit der Berechnung. Der zu grosse Wert der gefundenen Kohlensäure erklärt sich aus der Thatsache, dass das destillierte Wasser als schwach alkalische Glaslösung CO_2 gebunden enthielt, das wegen des Zusatzes von Säure beim Auskochen ausgetrieben wurde.

3. Um auch die Brauchbarkeit des Apparates bei höheren CO_2-Gehalten zu prüfen, wurden 20 ccm Sodalösung auf 1 l aufgefüllt, mit kohlensäurefreier Luft gesättigt und davon 100 ccm ausgekocht. Der Gehalt von 20 ccm der Sodalösung an CO_2 wurde durch Titrieren mit Normalsäure zu 49,08 ccm bestimmt. In den 100 ccm fanden sich durch Titrieren 4,91 ccm, durch Auskochen und Analysieren 4,59 ccm.

Beiträge zur Geologie des Bockswieser Ganggebietes (Oberharz).

Von

Ernst Maier.

Mit 3 Tafeln und 2 Figuren im Text.

Die vorliegende Arbeit wird sich hauptsächlich mit den in der fiskalischen Bleierzgrube „Herzog August-Johann Friedrich“ zu Bockswiese erlangten geologischen Aufschlüssen beschäftigen; in dieser Grube sind die devonischen und kulmischen Schichtenglieder des Oberharzes vorzüglich aufgeschlossen, und zwar so, dass die Verwerfungsnatur der Harzer Gangspalten deutlich in die Erscheinung tritt. Die Arbeit soll sich jedoch nicht auf die Besprechung meiner Aufnahmen in dieser Grube, die einige neue Thatsachen ergeben werden, beschränken, sondern soll zunächst die Entstehung der Erzgänge im allgemeinen besprechen, sodann die Lagerungsverhältnisse des Bockswieser Ganggebietes beschreiben und eine eingehendere Charakteristik der dortigen Gänge geben.

Obwohl dieser Teil der Arbeit aus einem so viel behandelten Gebiete wie dem Harze im wesentlichen nur eine Wiederholung längst bekannter Thatsachen sein kann, glaubt Verfasser dennoch diese Beschreibung geben zu sollen, weil die wissenschaftliche Erforschung der Erzgänge erst in verhältnismässig so junger Zeit an Stelle der praktisch bergmännischen Thätigkeit eingesetzt hat, dass die wesentlichsten Fragen über die Natur und Entstehung der Erzgänge noch ihrer Lösung harren.

Infolgedessen dürfte auch die kleinste Einzelbeschreibung den Wert haben, wenigstens das Material zur Beurteilung dieser Fragen zu vermehren, und so auf einen künftigen Fortschritt der Wissenschaft hoffen zu lassen.

Der Oberharz.

Der nordwestliche Oberharz, der durch die Bergkette des Ackers und Bruchberges und den Brocken von dem östlichen Teile des Gebirges orographisch scharf geschieden ist, bildet den nordwestlichen Teil der Harzer Sattelachse und lässt infolgedessen die Wirkungen der beiden sich im Harze durchkreuzenden Drucksysteme, des hercynischen und des niederländischen, deutlich erkennen. Derselbe baut sich aus devonischen und kulmischen Schichtengliedern auf, die zu annähernd parallel streichenden Sätteln und Mulden zusammengeschoben sind. Die vorherrschende Streichrichtung im Oberharz verläuft von Südwesten nach Nordosten, während nur im Nordosten des Gebietes das Streichen eine abfällige Abweichung nach Norden zeigt. Die Falten sind infolge der intensiven Zusammenschiebung vielfach überkippt, und fallen im Klausthaler Gebiet steil südöstlich ein, während ihr Einfallen in der Gegend von Lautenthal flacher, teils südöstlich, teils nordwestlich gerichtet ist. Zwischen Oker und Innerste sind vom nördlichen Bruchrande des Harzes ab nur devonische Schichten am Aufbau dieses Gebietes beteiligt[1], die jedoch in der Gegend von Bockswiese durch eine deutliche Verwerfung abgeschnitten sind, so dass der ganze übrige Teil des Oberharzes mit Ausnahme des Iberges und des Lerbacher Devonzuges nur aus kulmischen Schichtengliedern zusammengesetzt ist.

Faltenverwerfungen, Ruscheln.

Als weitere Folgeerscheinungen des gebirgsbildenden Druckes, der zur Ueberkippung der Sättel geführt hat, sind die Harzer Faltenverwerfungen anzuführen, deren Hauptvertreter die „Ruscheln" seit lange durch den Bergbau bekannt sind, deren Natur als Faltenverwerfungen man jedoch erst in jüngster Zeit nach den Anregungen LOSSEN's erkannt hat. In dem behandelten Gebiete tritt eine der mächtigsten dieser Ruscheln, die „Charlotter taube Ruschel"[1] auf, die von der Zechsteingrenze bei Grund bis an den Bockswiese-Festenburger Gangzug in einer Erstreckung von 12 km bekannt ist.

---

[1] Vgl. Gangkarte des Bockswieser Grubenzuges. Tafel I.

Diese Oberharzer Faltenverwerfungen sind streichende, aus überkippten Falten hervorgegangene Ueberschiebungen, durch deren Wiederholung die bekannte Schuppenstruktur entsteht. Sie sind erfüllt mit verruschelten, zerquetschten und stark gefältelten Gesteinen, „Gangthonschiefer“, und sind mit wenigen Ausnahmen vollständig erzfrei; sie sind älter als die Erzgänge, die an ihnen auslenken oder sie selbst wiederum verwerfen. Nachdem man nun diese Ruscheln in ihrer Natur als typische Faltenverwerfungen erkannt hatte, ist es gelungen, eine grössere Zahl solcher neu festzustellen, denen nunmehr eine grundlegende Bedeutung für die Tektonik des Oberharzes zukommt. Ihre Entstehung fällt zweifellos in die jungkarbonische Faltungsperiode des Harzes.

Spaltenverwerfungen, Erzgänge.

Von ungleich grösserer Bedeutung für die Technik wie auch für die Wissenschaft ist ein zweites System von Störungslinien, die Harzer Spaltenverwerfungen, die in ihrer Ausbildung als Erzgänge zu einem aus dem 13. Jahrhundert stammenden Bergbau und zu wichtigen Anregungen für die Entwicklung der Geologie Veranlassung gegeben haben. Aber trotz dieser langen Geschichte unserer Kenntnis jener Erzgänge, ist es noch nicht gelungen, für alle an ihre Entstehung anknüpfenden Fragen befriedigende Lösungen zu finden. Unzweifelhaft und schon seit langer Zeit bekannt ist die Verwerfungsnatur der Harzer Erzgänge, aber während noch VON GRODDECK nur eine verhältnismässig geringe Zahl solcher Verwerfungsspalten annahm, die sich als Erzgänge zeigten, ist es in letzter Zeit gelungen, festzustellen, dass noch eine grosse Reihe dieser Verwerfungsspalten vorhanden ist, die aber unserer Kenntnis bisher entgangen waren, da sie nicht mit Erzen erfüllt sind. Ihnen verdanken die Harzer Schichten ihr treppenartiges, stufenweises Absteigen gegen Süden, indem entsprechend der Fallrichtung der Spalten die südlichen, hangenden Partien an jeder Spalte abgerutscht sind.

Auch in betreff der Altersbestimmung dieser Spaltenverwerfungen hat man in den letzten Jahren bedeutende Erfolge erzielt. LOSSEN sah in ihnen Zerreissungen, die bei der Umfaltung der in der erzgebirgischen Richtung zusammengeschobenen Schichten in die hercynische Richtung erfolgten, deren Entstehung demnach in die oberkarbonische Zeit fallen und mit dieser im wesentlichen beendigt sein sollte. Hingegen hatte VON GRODDECK schon im Jahre

1866[1] ausgesprochen, dass die Spaltenbildung ein durch ungeheuer lange Zeitperioden fortdauernder, ganz allmählich wirkender Prozess sei, der anhub mit der Bildung des Harzes als Gebirge selbst, und bis in die Gegenwart fortdauerte. Während wir uns heute jedenfalls mehr der Auffassung VON GRODDECK's als der LOSSEN's nähern, ist des ersteren Anschauung, dass die Gangspalten nur im Devon und Kulm aufsetzen und nicht in den Zechstein des Harzrandes hineinreichen, durch die neueren Untersuchungen von VON KOENEN[2] und KLOCKMANN[3] berichtigt worden, nach welchen ein Teil der festgestellten Störungslinien des Harzes bis in miocäne Schichten der umgebenden Sedimente fortsetzt. Mit dieser Erkenntnis bleibt aber immerhin noch die Frage offen, ob die Gangspaltenbildung erst in jungtertiärer Zeit begonnen hat, oder ob dieser Beginn in das Karbon zu legen ist, und nur später abermalige bedeutende Bewegungen des Nebengesteins stattgefunden haben. KLOCKMANN ist entschieden letzterer Ansicht und auch VON KOENEN stellt anscheinend in der angeführten Arbeit 1893 beide Annahmen als gleichberechtigt auf, scheint sich jedoch nach einem Referate[4] aus dem Jahre 1895 über eine Veröffentlichung von VAN WERVEKE[5] für die jungtertiäre Entstehung entschieden zu haben. Letzterer vertritt in seiner Parallelisierung der Entstehungsgeschichte des Harzes und der Vogesen die Ansicht, dass die Heraushebung des Harzes als Gebirge, das Aufreissen der Gangspalten und der grosse Abbruch am Nordostrand erst in tertiärer Zeit erfolgt sind. Somit muss die bisherige Ansicht, dass der Harz von der jüngeren Trias bis zur Kreide eine Insel gebildet habe, aufgegeben werden, um so mehr als schon VON KOENEN auf das vollständige Fehlen von Harzgeröllen in den Schichten vom Buntsandstein bis zum Mitteltertiär hingewiesen hat. Auch andere Gangsysteme wie die des Schwarzwaldes stammen

---

[1] A. VON GRODDECK, Ueber die Erzgänge des nordwestlichen Oberharzes. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1866.

[2] A. VON KOENEN, Ueber die Dislokationen westlich und südwestlich vom Harz und über deren Zusammenhang mit denen des Harzes. Jahrb. d. kgl. preuss. geol. Landesanstalt für 1893.

[3] F. KLOCKMANN, Beiträge zur Erzlagerstättenkunde des Harzes. Zeitschr. für praktische Geologie. Jahrg. 1893.

[4] Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1895, II. Referat, S. 48.

[5] L. VAN WERVEKE, Vergleich der tektonischen Verhältnisse der Vogesen mit denen des Harzes. Mitteilungen d. geol. Landesanstalt von Elsass-Lothringen IV (1898).

aus derselben Zeit, so dass sich eine vollständige Uebereinstimmung der tertiären Südost-Nordwest-Faltung unserer Gebirge ergiebt, während die niederländische Faltung der Harzer paläozoischen Schichten mit den Faltenverwerfungen selbstverständlich als jungkarbonisch bestehen bleibt. Diese zeitliche Uebereinstimmung der Entstehung der Gangspalten verschiedener Gebirge wird auch gestatten, aus Analogien anderer Ganggebiete Schlüsse zu ziehen auf die Art der Ausfüllung der Harzer Spalten, die jedoch erst späterhin besprochen werden können.

Ausfüllung der Gangspalten.

Was nun die Ausfüllung der auf diese Weise gebildeten Spalten mit Erzen und Gangmineralien betrifft, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass dieselbe durch wässrige Lösungen aus der Teufe erfolgt ist, und dass der Ursprung der zum Absatz gelangten Mineralien in den Eruptivgesteinen des Harzes zu suchen ist. Lossen bringt den verschiedenen Erz- und Mineralgehalt der einzelnen Gangreviere allein in Beziehung zu den beiden Granitmassen des Brocken und des Rammberg, und erklärt die Differentiation der Ausfüllung aus der grösseren oder geringeren Entfernung der Gangspalten vom Granit, die zum Teil bedingt wäre durch die Lage der Spalten im hangenden oder liegenden Teile der Granitmassive. Nachdem man heute jedoch nicht mehr genötigt ist, die Ausfüllung der Spalten auf das Oberkarbon und die nächstnachfolgende Zeit zu begrenzen, liegt die von Klockmann vertretene Ansicht bedeutend näher, dass gerade die verschiedenen Eruptivgesteine die Verschiedenheit der Gangausfüllung bedingen. Klockmann weist hierbei neben dem Granit hauptsächlich den jüngeren Quarzporphyren eine wesentliche Rolle zu in dem Sinne, dass diesen die Oxyde, Roteisenstein und Schwerspat entstammen, während der Ursprung des Bleiglanzes, der übrigen Sulfide wie der antimonhaltigen Mineralien im Granit zu suchen wäre. Die einzelnen Gangformationen sind jedoch nicht immer räumlich getrennt, sondern es hat sich an vielen Orten infolge der langandauernden Mineralzufuhr aus beiden Systemen ein Mischtypus gebildet, um so mehr als immer wieder neu aufreissende Spalten Veranlassung zu weiteren Gangbildungen gaben. Klockmann unterscheidet im Anschluss an von Groddeck eine nordöstliche Kalkspatformation der Oberharzer Gänge und eine südwestliche Schwerspatkombination, welch letztere näher an den Quarzporphyren gelegen einen Beweis für seine Ansichten über den Ursprung der

Gangmineralien bilden würde. VON GRODDECK[1] hatte eine nordöstliche Kalkspatkombination mit Quarz, Spateisen und Kalkspat unterschieden von einer südwestlichen Schwerspatformation mit Quarz, Spateisen und Schwerspat, indem er dem Spateisensteine eine ähnliche Rolle wie dem Quarze zuwies, die sich beide zu allen Zeiten der Gangausfüllung gebildet haben sollen. Nach der Thatsache, dass in den Bockswieser Gängen, die zur Kalkspatformation gehören würden, nicht nur Schwerspat, sondern auch Spateisen vollständig fehlt, erscheint es jedoch meines Erachtens geboten, auf eine etwas früher[2] von VON GRODDECK aufgestellte Einteilung zurückzugreifen, nach der er unterschied eine nördliche Gangformation mit Quarz und Kalkspat, sowie eine südliche mit Quarz, Schwerspat und Spateisen als Gangarten. Durch dieses wohl gebotene Zurückgreifen auf die ältere Einteilung würde die KLOCKMANN'sche Auffassung noch weiter bestätigt, da derselbe geneigt ist, den Eisenspat der porphyrischen Gangformation zuzurechnen, und ihn nicht, wie VON GRODDECK, als dem Quarz gleichwertig anzusehen.

Wenn so die allgemeinen Fragen nach Alter und Entstehung der Harzer Erzgänge wohl als gelöst betrachtet werden dürfen, so harren noch ungleich schwierigere ihrer Bearbeitung, nämlich alle diejenigen, die sich auf die Art der Zufuhr der Erze und Gangmineralien aus den massigen Gesteinen und die Art ihrer Ausscheidung in den Gangspalten beziehen. Die neuere Forschung ist hauptsächlich in der Richtung thätig, die Ausscheidung der Erze und Gangmaterialien aus den massigen Gesteinen als „magmatische Ausscheidung“ zu erklären, eine Ansicht, deren Berechtigung für den Harz noch zu besprechen sein wird. Nach diesen Theorien haben die massigen Gesteine, trotz ihres relativ geringen Gehaltes an Metallen, während ihrer Erstarrung eine Konzentration derselben eintreten lassen, die zur Erklärung der grossen Erzmassen der Erzreviere vollständig ausreichen würde. VOGT[3] hat neuerdings durch Vergleichung des Durchschnittsgehaltes der festen Erdrinde an Metallen und des Gehaltes der Erzlagerstätten Berechnungen dar-

---

[1] Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1866.

[2] A. VON GRODDECK, Ueber Zusammenvorkommen der wichtigsten Mineralien in den Oberharzer Gängen westlich vom Bruchberg. Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1866.

[3] F. H. L. VOGT, Ueber die relative Verbreitung der Elemente, besonders der Schwermetalle, und über die Konzentration des ursprünglich fein verteilten Metallgehaltes zu Erzlagerstätten. Zeitschr. für praktische Geologie 1898.

über angestellt, wie bedeutende Massen der Erdrinde sich in Bewegung gesetzt haben müssen, um die nötigen Quantitäten der Metalle für die Lagerstätten liefern zu können. Er kommt zu dem Resultate, dass sehr beträchtliche Partien der Erdkruste mit in Anspruch genommen worden seien (einige tausend Kubikkilometer, bis zehntausend, ja selbst hunderttausend), und somit die Bildung der grossen Erzfelder auf geologischen Prozessen beruhe, die in eminenter Weise in die ganze geologische Geschichte der betreffenden Distrikte hineingegriffen haben. Für den Harz würde diese Auffassung zu dem Schlusse führen, dass die oberflächlich - verhältnismässig geringmächtigen Eruptivgesteine in der tieferen Erdkruste gewaltige Massen bilden müssen. Bei der Ueberführung der Metalle und der sonstigen Gangmineralien in wässrige Lösungen muss starker Druck und hohe Temperatur eine wesentliche Rolle gespielt haben, worauf DE LAUNAY[1] in einer neueren, ausführlichen Abhandlung über diese Fragen besonderes Gewicht legt. Er weist darauf hin, dass gerade Gase und Wasser unter Druck besonders geeignet sind, den in einem Schmelzfluss vermischten Molekülen eine besondere Beweglichkeit und damit die Möglichkeit zu ihrer Anreicherung zu geben. Weiter verweist DE LAUNAY darauf, dass man in den Erzgängen stets nur diejenigen Elemente findet, die keine grössere Affinität zum Silicium besitzen, und infolgedessen nicht im erstarrenden Magma festgehalten wurden; die Kieselsäure, die als Quarz einen so wesentlichen Bestandteil der Gänge bildet und sich als solcher im freien Zustand in Gegenwart von Calcium, Baryum, Eisen etc. befindet, kann nach ihm nur durch stärkere Säuren an einer Verbindung mit diesen Elementen gehindert worden, resp. wieder ausgeschieden worden sein.

Bei dieser Frage nach der Entstehung des Quarzes, die DE LAUNAY anscheinend als eine in der Hauptsache sekundäre betrachtet, würde meines Erachtens wohl zu beachten sein, dass die Affinitätsverhältnisse der Kieselsäure verschiedene sind im Magma und in wässriger Lösung. Während die Kieselsäure im ersteren eine sehr grosse Affinität zu fast allen Basen besitzt, hat sie eine solche in wässriger Lösung von gewöhnlicher Temperatur bis etwa zu Siedehitze nur zu den Alkalien, und zwischen diesen beiden Extremen werden sich wohl die verschiedensten Uebergangsstufen vorfinden. Diese Unterschiede in der Affinität würden vielleicht die

[1] M. L. DE LAUNAY, Contribution à l'étude des gîtes métallifères. Annales des mines 1897.

Annahme erlauben, dass unter gewissen Bedingungen bei der Erstarrung des Magmas die Alkalien nicht ebenso ausnahmslos an Kieselsäure gebunden wurden wie die Thonerde, dass sie vielmehr sehr wohl mit den übrigen Produkten der magmatischen Konzentration als Sulfide in die Gangspalten gelangt sein könnten. Dort wären sie aber infolge ihrer leichten Löslichkeit nicht ausgeschieden oder doch wieder aufgelöst worden. Was die in einigen Gangrevieren auftretenden Alkalsilikate, die Zeolithe, betrifft, so können dieselben sich wohl keinesfalls bei einer derartigen magmatischen Konzentration gebildet haben, sondern müssen wohl auf eine Auslaugung massiger Gesteine zurückgeführt werden, die gleichzeitig mit der Ausfüllung der Gangspalten oder nach dieser erfolgt ist. Bei den Zeolithen des St. Andreasberger Gangreviers lässt sich unschwer eine besondere Zufuhr aus den dortigen Diabasen annehmen.

Auch VOGT weist ausdrücklich auf die Bedeutung der Affinitätsunterschiede hin. Er kommt im letzten Teil der erwähnten Arbeit[1] auch auf Gänge vom Typus der Klausthaler zu sprechen, und betont dabei, dass deren Entstehung in grossen Zügen in derselben Weise zu denken sei, wie die von ihm geschilderte Entstehung der jüngeren Gold- und Sibererzgänge. Für diese sieht er das Hauptagens bei der Extraktion aus dem Magma in den Sulfiden, besonders den Sulfosalzen, in Verbindung mit Kohlensäure, indem z. B. im Magma aufgelöstes Alkalisulfid demselben durch Bildung von Sulfosalzen die Metalle entzogen habe.

Ich habe geglaubt, diese neueren Theorien hier kurz besprechen zu müssen, weil VOGT seine Schlussfolgerungen auch auf die Harzer Gänge ausdehnt. Aber so gross die Bedeutung dieser Theorien auch für eine Reihe von Lagerstätten ist, so erheben sich doch gegen deren Anwendung auf die Harzer Gänge meiner Meinung nach schwerwiegende Bedenken, und zwar nicht sowohl vom chemischen als vielmehr vom geologischen Standpunkte aus. Das Ausfüllungsmaterial der Harzer Gänge kann meines Erachtens einer derartigen magmatischen Ausscheidung nicht entstammen, muss vielmehr aus einer nachträglichen Auslaugung der erstarrten massigen Gesteine hergeleitet werden.

Nimmt man das Aufreissen der Gangspalten als jungtertiär an, so leuchtet es ein, dass zu dieser Zeit die karbonischen Granite und rotliegenden Porphyre längst erstarrt waren, aber selbst wenn man

[1] Zeitschr. für praktische Geologie 1899, S. 10.

den Beginn der Gangbildung in das jüngere Karbon legt, ist man berechtigt anzunehmen, dass die Zufuhr der Gangmineralien aus den schon erstarrten Graniten erfolgte. Im Harz selbst lässt sich aus den Lagerungsverhältnissen des Kulms ein Beweis hierfür nicht erbringen; dieselben zeigen vielmehr nach von Groddeck[1] nur, dass die unteren konglomeratfreien Kulmablagerungen, der Kieselschiefer, Kulmthonschiefer und die Klausthaler Grauwacke, Bildungen eines von der Küste ziemlich weit entfernten Meeresteiles sind, während die darüber folgenden Grunder Grauwacken mit ihren Konglomeraten Küstenbildungen sind. Die in diesen Konglomeraten enthaltenen Gerölle von Granit und Felsitporphyr lassen sich allerdings nicht mit Harzer Eruptivgesteinen identifizieren, so dass der Ursprungsort der zu jener Zeit aufbereiteten Materialien unbekannt bleibt. Aehnlich liegen die Verhältnisse in Thüringen, Oberschlesien, im Frankenwald, wo der Ursprungsort der von Kalkowsky[2] aus dem oberen Kulm beschriebenen Granite der Geröllthonschiefer ebenfalls noch unklar ist. Aehnliches beschreibt Dalmer[3] aus dem Kulm von Wildenfels bei Zwickau. Hier fehlt im unteren, Wildenfelser, Kulm archäisches Material vollständig, so dass dessen Ablagerung nur eine schwache Erosion vorausgegangen sein kann, während dem jüngeren, Hainichener, Kulm eine starke Schichtenaufrichtung, bedeutende Lagerungsstörungen und eine sehr tiefgreifende Erosion vorausgegangen sein müssen. In die Zwischenzeit zwischen diesen beiden Horizonten des Kulm legt Dalmer einen Hauptakt der Aufrichtung und Zusammenschiebung des erzgebirgischen Faltensystems. Noch bedeutend klarer liegen die Altersverhältnisse des Kulm im Schwarzwald. In dem Kulmgebiet von Lenzkirch[4] sind nach Herrmann zwei Komplexe sedimentärer Ablagerungen deutlich zu trennen, die älteren schwarzen Schiefer und feinkörnigen Grauwacken, und andererseits die jüngeren weichen Schiefer, Konglomerate und Grauwacken. Diese Konglomerate des oberen Horizontes enthalten als Gerölle Brocken von Granit und Quarzporphyr, die den dortselbst an-

[1] A. von Groddeck, Zur Kenntnis des Oberharzer Kulm. Jahrb. d. kgl. preuss. geol. Landesanstalt für 1882.

[2] E. Kalkowsky, Ueber Geröllthonschiefer glazialen Ursprungs im Kulm des Frankenwaldes. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XLV (1893).

[3] K. Dalmer, Ueber das Vorkommen von Kulm und Kohlenkalk bei Wildenfels unweit Zwickau in Sachsen. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XXXVI (1884).

[4] R. Herrmann, Das Kulmgebiet von Lenzkirch im Schwarzwald. Inaug.-Dissert. Freiburg i. B. 1892.

stehenden massigen Gesteinen entstammen, deren Eruptionszeit ebenfalls eine kulmische ist. Im Gebiet von Badenweiler bildet der Granit das herrschende Gestein, neben diesem tritt noch ein älterer und ein jüngerer Quarzporphyr auf; der ältere Teil des Kulm ist auch hier konglomeratfrei, während der jüngere die Gerölle des Granits und des älteren Quarzporphyr enthält. Die Gerölle des jüngeren Quarzporphyr treten hingegen erst im Rotliegenden auf. Diese Verhältnisse zeigen deutlich, dass nach der Eruption des Granit eine gewaltige Erosionsperiode eingetreten ist, während welcher die gesamten den Granit bedeckenden Schichten erodiert wurden, so dass dieser schon zur Zeit des jüngeren Kulm der Aufbereitung anheimgefallen war. Für die Erzgänge von Badenweiler, deren Spalten jungtertiär sind, ergiebt diese Betrachtung die Thatsache, dass deren Erzmaterial nur der Auslaugung der längst erstarrten Granite oder Porphyre entstammen kann.

Eine Aehnlichkeit der hier geschilderten Verhältnisse mit denen des Harzer Kulm wird sich wohl kaum bestreiten lassen. Zwar wird von den meisten Autoren, so z. B. von E. KAYSER[1], die Eruption der Harzer Granite in die Zeit nach Ablagerung der Kulmschichten gelegt, doch glaube ich annehmen zu dürfen, dass dieselbe schon während der Kulmzeit erfolgt ist. Ich komme zu dieser Meinung nach den vorher besprochenen analogen Verhältnissen anderer Gebirge, da nicht einzusehen ist, warum der Harz eine Ausnahmestellung unter unseren Gebirgen einnehmen sollte. Die Grunder Grauwacke ist leider nur noch so wenig erhalten, dass eine Feststellung ihres Altersverhältnisses zum Granit nicht möglich sein dürfte, doch kann sie jedenfalls auch nicht beweisen, dass die Graniteruption erst nach ihrer Ablagerung erfolgt ist. Der Schluss dürfte deshalb berechtigt sein, dass vor Ablagerung der Grunder Grauwacke ganz bedeutende Lagerungsveränderungen vorgegangen sind, die sehr lange Zeiträume erfordert haben, so dass auch hier, wie im Schwarzwald, der Granit für das Ende der Kulmzeit als erstarrt angesehen werden kann.

Und damit wäre der Beweis erbracht, dass wie im Schwarzwald so auch im Harz das Ausfüllungsmaterial der Gänge nur den erstarrten Eruptivgesteinen entstammen kann, gleichviel ob man

---

[1] E. KAYSER, Ueber das Spaltensystem am Südwestabfall des Brockenmassivs, insbesondere in der Gegend von St. Andreasberg. Jahrb. d. kgl. preuss. geol. Landesanstalt und Bergakademie für 1881, S. 451.

den Beginn der Gangspaltenbildung als jungkarbonisch oder erst jungtertiär annimmt.

Mit dieser Auffassung würde eine gewisse Annäherung an die Lateralsekretionstheorie eintreten, insofern als diese auch nur an erstarrte Gesteine als Ursprungsort der Erze denkt. Es muss jedoch ihr gegenüber betont werden, dass es sich nur um eine Auslaugung durch Wasser handeln kann, das in der Teufe unter grossem Druck und bei hoher Temperatur die löslichen Bestandteile der Granite und Porphyre im Laufe langer Zeit gelöst hat, und dem dann durch das Aufreissen der Spalten der Weg in diese geöffnet wurde. Inwieweit Stoffe wie Kohlensäure und Chlornatrium, die überall verbreitet sind, geeignet waren, dem heissen Wasser eine grössere Lösungsfähigkeit, besonders in Bezug auf Schwefelmetalle, zu geben, darüber können wir heute noch kaum ein Urteil fällen, da experimentelle Untersuchungen hierüber noch nicht angestellt sind. —

Wie sich jedoch die Vorgänge nach dem Aufreissen der Spalten und dem dadurch ermöglichten Eindringen der heissen Lösungen gestaltet haben, dafür fehlt uns bis jetzt fast noch jeder Erklärungsversuch. Es sind überall die „erzabsetzenden Lösungen", die die Gangsausfüllung bedingen, aber wie diese Lösungen einerseits fast in allen Ganggebieten bekannte auffallende Regelmässigkeiten und andererseits in den einzelnen ebenso auffallende Unregelmässigkeiten verursacht haben, darüber bleiben wir immer noch im Unklaren. Unter diesen Regelmässigkeiten verstehe ich die charakteristische Anreicherung des Erzgehaltes an den Scharungspunkten von Gängen, sowie das Auftreten von „Erzfällen", jener Konzentrierung der Erze in schmalen, länglichen Gangmitteln innerhalb der Gangspalten. Letztere Erscheinung wird weiterhin noch bei den Bockswieser Gängen zu besprechen sein. Ebenso auffallend ist die Erscheinung, dass in denselben Ganggebieten die einzelnen, räumlich und genetisch eng zu einander gehörigen Gänge eine völlig verschiedene Ausscheidungsart der Erze erkennen lassen. So führt z. B. in Bockswiese der Neue Grüne Lindener Gang die Erze als Einsprengungen in der ganzen Gangmasse, der nächste Gang im Hangenden (Pisthaler Hauptgang) zeigt reiche, mächtige Stufferze mit langem Anhalten der Erzmittel und kürzeren tauben Zwischenmitteln, während der folgende Auguster Gang die Erze nesterweise enthält in kurzen Erzmitteln mit längeren tauben Mitteln.

Vielleicht sollte sich die Aufmerksamkeit beim Studium all dieser Erscheinungen etwas mehr auch auf physikalische Vorgänge bei der

Ausscheidung der Gangmineralien lenken, in dem Sinne, dass eine durch lokale Verhältnisse bedingte raschere oder langsamere Abkühlung der Lösungen von Einfluss war auf die Art der Ausscheidung. So würde der Gedanke nahe liegen, dass an Stellen der Gangspalte, die frei waren von Nebengesteinstrümmern, die Lösung in grösserer Masse mit verhältnismässig geringer Oberfläche vorhanden war, während an einer Stelle, an der viel Nebengesteinstrümmer stecken geblieben sind, die Oberfläche der Lösung im Verhältnis zur Masse überwiegen würde. — Im ersteren Falle würde die Abkühlung zweifellos eine langsamere als im letzteren sein. Hierbei würde allerdings in Betracht kommen, ob wir uns die Lösungen in den Spalten rasch cirkulierend, oder sich nur sehr langsam bewegend, zum Teil sogar stagnierend vorstellen. Ich glaube, dass die regelmässig lagenförmige Struktur für eine sehr langsame Cirkulation spricht, die es ermöglichte, dass die Lösung an derselben Stelle mehrere Mineralien nacheinander ausschied, während im Fall einer raschen Cirkulation die einen Mineralien in grösserer Teufe, die anderen in höheren Partien der Spalte hätten abgesetzt werden müssen, was unserer Kenntnis der Erzgänge durchaus widerspricht.

Jedenfalls würde es sich empfehlen, bei Beobachtung der Gänge die Aufmerksamkeit mehr auf die Gesamtmasse der Erze und Gangmineralien zu lenken, die uns die Grösse des ursprünglich frei klaffenden Raumes der Spalte zeigt, während man bisher hauptsächlich die absolute Mächtigkeit der Spalte vom Liegenden zum Hangenden und das Massenverhältnis der Erzausscheidung beachtet hat. Vielleicht kann dann die Vergleichung eines grossen Materials solcher lokaler Beobachtungen die Möglichkeit geben zu Schlüssen über die Ausscheidungsvorgänge in den Spalten selbst.

Zum Schlusse dieser allgemeinen Betrachtungen über die Erzgänge soll noch erwähnt werden, dass DE LAUNAY in der angeführten Arbeit die Anreicherung des Erzgehaltes an den Scharungspunkten der Gänge mehrmals erwähnt, und dieselbe in Zusammenhang bringt mit sekundären Vorgängen („remise en mouvement"), die durch Cirkulation von Wasser in den Spalten eine nachträgliche Anreicherung des Erzgehaltes bewirkt haben könnten. Es unterliegt gar keinem Zweifel, dass solche nachträgliche Veränderungen stattgefunden haben können, aber da DE LAUNAY stets nur auf sein remise en mouvement hinweist, ohne weitere Diskussion der durch die Scharkreuze gegebenen Bedingungen, kann ein Erklärungsversuch in seinen Bemerkungen nicht gesehen werden.

Das Bockswieser Ganggebiet.

Der Bockswiese-Festenburg-Schulenberger Gangzug, einer der nördlichen Züge des Klausthaler Ganggebietes, zeichnet sich durch seine grosse Längenerstreckung von ca. 10 km aus, indem er von der Innerste über Bockswiese, Festenburg, Schulenberg, durch das Schreiberthal und Schmidtsthal bis an die Oker streichend nachgewiesen ist. Der eigentliche Bockswieser Gangzug, auf den die fiskalische Bleierzgrube „Herzog August-Johann Friedrich" baut, beginnt westlich der Ortschaft Bockswiese zunächst als einheitlicher Gang, teilt sich sodann in eine Reihe nach Osten auseinanderstreichender Gänge, deren Namen von Süden nach Norden sind: der Neue Grüne Lindener Gang, Pisthaler Hauptgang, Auguster Gang, der verkehrt fallende Georg Wilhelmer Gang, Glückaufer Gang, Christian-Sophier Gang und der Alte Gesellschafter Gang[1].

Die drei nördlichsten Gänge scharen sich im Gegensatz zu den anderen nach Osten divergierenden Gängen in dieser Richtung, während sämtliche Gänge schliesslich vor oder an der Charlotter tauben Ruschel ihr Ende finden, so dass die Fortsetzung des Gangzuges nach Festenburg wieder eine einheitliche ist. Zu erwähnen ist noch ein liegendes Bogentrumm zwischen Auguster und Johann-Friedricher Schacht, das erst in einer Teufe von ca. 230 m vom Pisthaler Hauptgang abläuft und sich in grösserer Teufe wohl wieder mit ihm scharen dürfte, so dass wir in ihm ein Bogentrumm sowohl nach dem Streichen wie dem Fallen sehen können. Dieser Charakter der Bockswieser Gänge als zusammengesetzter Gänge prägt sich deutlich in ihrem Verhalten bis ins kleinste hinein aus. Wie der Gangzug sich in die besprochene Reihe von Gängen teilt, so teilt sich wiederum jeder einzelne Gang in eine Unzahl von Bogentrümmern, ablaufenden Trümmern und Ausreissern, so dass bei dem Fehlen deutlicher Salbänder oftmals selbst im Liegenden eine Abgrenzung der Gänge gegen das Nebengestein nicht zu erkennen ist und dieselben sich nur noch als von Gangtrümmern durchzogenes Nebengestein darstellen. So kann die Mächtigkeit der Bockswieser Gänge nur durchschnittlich mit etwa 2 m angegeben werden, die manchmal durch Scharung verschiedener Trümmer auf 4—5 m steigt.

---

[1] Vgl. Gangkarte des Bockswieser Grubenzuges. (Gezeichnet nach der General-Gangkarte des nordwestlichen Harzgebirges von E. BORCHERS.) Tafel I.

Ebenso wie im Streichen zeigen die Gänge auch im Fallen eine grosse Unbeständigkeit; das Generalfallen ist ca. 75° Süd, doch wechselt flacheres und steileres Fallen fortwährend, so dass letzteres sich sogar stellenweise bis zu verkehrtem Einfallen steigert. Der erwähnte Georg Wilhelmer Gang fällt durchgehends verkehrt, d. h. nach Norden, statt des im Harze vorherrschenden südlichen Einfallens.

Die Gangausfüllung setzt sich aus Erzen, Gangmineralien und Nebengestein zusammen. Das in den Gang aufgenommene Nebengestein besteht aus Grauwackenschiefern und Thonschiefern, die meist sehr viele Reibungs- und Quetschungsflächen zeigen, dunkelschwarz, mild und fettig anzufühlen sind, und bei den Harzer Bergleuten den Namen „Gangthonschiefer“ führen. Ausser diesem Schiefer tritt auf der achten Feldortstrecke und in der neunten Firste auf dem Pisthaler Hauptgange noch ein gelblicher Quarzitsandstein als Gangmasse auf; derselbe verwittert sehr rasch und besteht anscheinend aus grösseren Massen von Kahlebergsandstein, die in die Gangspalte hereingebrochen, dort teilweise zersetzt und mit einem milden Bindemittel wieder verkittet worden sind.

Die Gangmineralien sind ausschliesslich Quarz und Kalkspat; ersterer tritt in den Bockswieser Gängen bedeutend reichlicher auf als in den übrigen Oberharzer Gängen und erfüllt die zahlreichen Klüfte und Höhlen mit Krystallen. Der Kalkspat bricht ebenfalls in bedeutenden Massen, und bildet an manchen Stellen Mittel von grosser Reinheit und bedeutender Längenerstreckung in einer Mächtigkeit von über 1 m. Die beiden anderen, für den Harz wesentlichen Gangarten, Schwerspat und Spateisenstein fehlen, wie schon bemerkt, in den Bockswieser Gängen vollständig.

Die Erze bestehen aus Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies und Schwefelkies. Das vorherrschende Erz ist der Bleiglanz, der zwar einen geringeren Silbergehalt hat als in manchen anderen Oberharzer Gängen, dagegen aber durchweg in sehr derben Massen als Stufferz auftritt, die an einzelnen Stellen eine Mächtigkeit von $^1/_2$—1 m erreicht haben. Aber selbst da, wo eine solche Mächtigkeit des Erzes nicht vorhanden ist, tritt der Bleiglanz auch in kleineren Gangtrümmern meist derb auf, so dass die sonst so häufigen feineren Einsprengungen in der Gangmasse hier fast zu den Seltenheiten gehören. — Zinkblende war in den oberen Teufen fast garnicht aufgetreten, von der sechsten Strecke an bricht dieselbe jedoch in den östlichen Revieren des Hauptganges bedeutend häufiger. Diese

Zunahme der Zinkblende nach der Teufe zu ist eine im Oberharze allgemein beobachtete Erscheinung, für die jedoch noch jede Erklärung fehlt. Kupferkies und Schwefelkies treten nur untergeordnet als Einsprengungen auf, während die selteneren Erze wie Fahlerz und Bournonit bisher noch nicht gefunden worden sind.

Von besonderen Merkmalen der einzelnen Gänge sind die auffallenden Verschiedenheiten in der Erzführung schon früher erwähnt worden, es erübrigt infolgedessen nur noch, einige Bemerkungen über die Gänge selbst anzufügen. Für den Abbau der Grube Herzog August-Johann Friedrich sind allein von Bedeutung der Pisthaler Hauptgang, der Auguster Gang und das liegende Bogentrumm. Der erstere, der durchschnittlich mit 135° streicht und mit 75—85° gegen Süden einfällt, zeigt das erwähnte Auftreten verschiedener Erzmittel sehr deutlich, und zwar unterscheidet man drei solcher Erzmittel; dieselben zeichnen sich durch einen sehr reichen Erzgehalt aus, und sind dadurch von einander getrennt, dass der Gang zwischen ihnen vollständig taub wird, oder sich sogar zu einer kleinen Gangspalte verdrückt. Auf dem als Tafel II beigegebenen Saigerriss durch die Baue auf dem Pisthaler Hauptgange lassen sich die drei Erzmittel durch die auf ihnen abgebauten Firsten (schwarze Partien) genau unterscheiden, ebenso wie auch die verschiedenen Strecken, deren noch Erwähnung geschehen wird, daraus zu ersehen sind. Das erste Erzmittel (I der Zeichnung), in dem die beiden Hauptschächte stehen, hat eine streichende Länge von 400—450 m, das zweite (II) war verhältnismässig unbedeutend und keilte nach der Teufe zu rasch aus, während das dritte (III) wieder eine grössere Mächtigkeit zu haben scheint, jedoch vorläufig aus bergtechnischen Gründen nur bis zur sechsten Strecke aufgeschlossen werden kann. Diese Erzfälle fallen sämtlich nach Osten ein; dies zeigt sich schon bei Betrachtung des Risses dadurch, dass die durch die Firsten gekennzeichnete abbauwürdige Partie des Ganges jeweils in den tieferen Sohlen erst weiter östlich beginnt, sich dafür aber auch weiter nach Osten fortsetzt. Am deutlichsten ist dies aus dem ersten Erzfeld zu ersehen.

Hier zeigt sich wieder die merkwürdige Uebereinstimmung in der Fallrichtung der Erzmittel mit dem Einfallen der Scharungslinie zweier Gänge. Dasselbe östliche Einfallen wie diese Erzmittel hat nämlich die Scharung des Auguster und Pisthaler Ganges. Auf der beigegebenen Gangkarte (Tafel I) findet sich dieser Scharungspunkt beim Herzog Auguster Schacht, derselbe rückt jedoch unter

Tage auf jeder tieferen Sohle weiter östlich, und hat auf der sechsten Feldortstrecke schon eine östliche Entfernung von 338 m vom Auguster Schachte. Es sei hier nur bemerkt, dass in der älteren Litteratur[1] die Richtung der Erzfälle und des Einfallens dieser Scharungslinie fälschlicherweise nach Westen angegeben ist, wodurch eine Uebereinstimmung mit der herrschenden Richtung in anderen Oberharzer Gruben gegeben wäre. Dies ist nicht der Fall, doch würde eine ausführlichere Widerlegung dieser Ansichten zu einem Eingehen auf bergtechnische Verhältnisse nötigen, das hier nicht am Platze sein dürfte.

Der Neue Grüne Lindener Gang, der sich durch eine milde Ausfüllungsmasse aus Thon- und Grauwackenschiefern auszeichnet, fällt steiler als die übrigen Gänge mit 85/90° ein, tritt aber auf der Sohle des Ernst-August-Stollen nicht mehr als deutlicher Gang, sondern nur noch in Gestalt verschiedener Kalkspattrümmer auf. Es ist jedoch nicht anzunehmen, dass der Gang hier schon ausgekeilt haben sollte, da derselbe als Träger der weiterhin zu besprechenden Hauptverwerfung in bedeutend grössere Teufen fortsetzen muss.

Von den übrigen, technisch unwichtigeren Gängen ist nur noch der Glückaufer Gang erwähnenswert durch zeitweilige Kohlensäureausströmungen, die manchmal so stark werden, dass die Lichter verlöschen und der Betrieb dort eingestellt werden muss. Die Kohlensäure tritt durch Klüfte aus, die auffälligerweise zu Zeiten, in denen keine Ausströmung stattfindet, die Wetter ansaugen. Die Kohlensäureentwicklung lässt sich durch Zersetzung der im Nebengestein reichlich vorhandenen Karbonate durch die sauren Wasser leicht erklären. Die Ausströmung tritt meistens bei plötzlichem Sinken des Barometerstandes ein, ohne dass dieselbe jedoch von der absoluten Tiefe oder Höhe desselben abhängig wäre, eine Erscheinung, die mit den Erfahrungen in Schlagwettergruben übereinstimmt. Gewöhnlich sinkt die Kohlensäure in die Teufe und tritt mit den Wassern auf der sechsten Strecke aus, so dass die Ausströmungsperioden jedenfalls auch von der Menge des in die Teufe gehenden Wassers abhängig sind.

---

[1] ZIMMERMANN, Das Harzgebirge in besonderer Beziehung auf Natur- und Gewerbskunde geschildert, S. 339; — VON GRODDECK, Ueber die Erzgänge des nordwestl. Oberharzes. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XVIII (1866), S. 734/735.

Geologische Aufschlüsse in den Querschlägen vom Schachte Johann-Friedrich.

Das im Vorstehenden geschilderte Gangrevier bietet eine für den Harz ausnahmsweise günstige Gelegenheit zu Beobachtungen über die durch das Aufreissen der Gangspalten bewirkten Verwerfungen, da hier im Liegenden devonische, im Hangenden kulmische Schichtenglieder auftreten. Bei den übrigen Harzer Gangspalten, mit Ausnahme der Lautenthaler, macht der einförmige Wechsel der kulmischen Thonschiefer und Grauwacken jede derartige Beobachtung unmöglich. So war die Grube „Herzog August-Johann-Friedrich" schon seit langer Zeit ein Gegenstand geologischer Untersuchungen. Die hier in Betracht kommenden Aufschlüsse werden geboten durch die Querschläge von dem im Pisthaler Hauptgang stehenden Schachte Johann-Friedrich nach dem erwähnten „Neue Grüne Lindener Gang", so dass sich dort ein Profil senkrecht zur Streichrichtung der beiden Gänge ergeben muss, das die gesamte Lagerung vom Tage aus bis zu einer Teufe von etwa 460 m umfasst.

Die erste Bemerkung über die Bockswieser Gänge findet sich 1819 bei Villefosse[1], der die Verschiedenheit des hangenden und liegenden Nebengesteins am Auguster Gange (jetzt Pisthaler Hauptgang) feststellt.

1823 folgert Schmidt[2], der Begründer der Verwerfungstheorie, aus dieser Thatsache, dass bei Entstehung des Ganges eine beträchtliche Senkung des Nebengesteins stattgefunden haben muss, und giebt schon damals die Verwerfungshöhe vollständig zutreffend mit 100 Lachtern an.

Die erste umfassende Arbeit über die durch den Bergbau aufgeschlossenen geognostischen Verhältnisse des Bockswieser Ganggebietes, wie des Oberharzes überhaupt, stammt von C. Greifenhagen[3] aus dem Jahre 1854. Dieser hat die durch die Querschläge gebotenen Aufschlüsse über das Nebengestein in sehr genauer Weise

---

[1] Villefosse, De la richesse minérale (Paris 1819), III. Teil S. 43 und Tafel 34.

[2] Karsten's Archiv R. I. VI (1823), S. 37.

[3] C. Greifenhagen, Das Nebengestein der Bockswieser Bleiglanzgänge. Zeitschr. für die gesamten Naturwissenschaften von C. Giebel u. W. Heintz III (1854), S. 350/363.

bearbeitet und hat folgende meist auf petrographischen Unterscheidungen beruhende Gliederung der Schichten gegeben:

Posidonomyenschiefer und jüngere Grauwacke Kieselschiefer	Kulm
Goniatiten und Clymenienkalk . . . . . Calceola- und Orthocerasschiefer . . . . Spiriferensandstein	Devon.

Auffallend ist es, dass GREIFENHAGEN trotz der oben angeführten Ansicht von SCHMIDT aus dem Jahre 1823 die mit den Gängen verknüpften Verwerfungen nicht kennt und infolgedessen in seinen Grundrissen und Profilen stets eine Verbindung zwischen den Schichten im Hangenden und im Liegenden herstellt, die zu falschen Darstellungen der Lagerungsverhältnisse führen musste.

Diese Irrtümer fanden ihre Berichtigung durch die späteren eingehenden Arbeiten VON GRODDECK's, nachdem durch den Betrieb des Ernst-August-Stollen-Flügelortes dort wichtige neue Aufschlüsse erlangt worden waren.

Zunächst behandelte VON GRODDECK diese Fragen im Jahre 1866 in der schon mehrfach erwähnten Arbeit „Ueber die Erzgänge des nordwestlichen Oberharzes“ in dem Abschnitt: „Das Nebengestein der Gänge“[1]. Hier stellt er die durch das Aufreissen der Bockswieser Gangspalten verursachte Verwerfung unzweifelhaft fest und berechnet deren saigere Höhe auf mindestens 190 Lachter. Ein ideales Profil durch den Johann-Friedrich-Schacht veranschaulicht diese Verwerfung. „Das hangende Nebengestein der Gänge gehört bis unter den Tiefen Georg-Stollen der Kulmformation, tiefer dem Kieselschiefer und dem Kramenzelkalke an, während zwischen den Gängen und im Liegenden derselben nur unterdevonische Schichten (Calceolaschichten und Spiriferensandstein) gefunden wurden.“

Die späteren Aufnahmen VON GRODDECK's[2] haben dann erwiesen, dass die Gesteine zwischen den Gängen und im Liegenden dem Ober-, Mittel- und Unterdevon angehören. Die Lagerungsverhältnisse sind in einer im ganzen noch heute als zutreffend anzusehenden Weise geschildert in dem „Profil durch den Schacht

[1] Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XVIII (1866), S. 717/719.

[2] A. VON GRODDECK, Geognostische Durchschnitte durch den Oberharz. Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preuss. Staate XXI (1873), S. 1/11. Tafel I u. II.

Johann-Friedrich und das Ernst-August-Stollen-Flügelort nach Zellerfeld"; aus diesen Aufschlüssen leitete von Groddeck folgende hauptsächlichsten Resultate ab:

1. Die devonischen Schichten des Oberharzes liegen konkordant über einander und werden in gleicher Weise vom unteren Kohlengebirge überlagert.

2. Die Schichten des Oberharzes sind nach Ablagerung des unteren Kohlengebirges durch Seitendruck gefaltet worden.

3. Nach der Faltung des Gebirges rissen die Erzgänge auf und verursachten bedeutende Verwerfungen und damit zusammenhängende Seitenverschiebungen der Schichten.

4. An der Basis des unteren Kohlengebirges liegt eine 60 bis 80 Lachter mächtige Thonschieferablagerung.

Die Schichteneinteilung, nach der die von Groddeck'schen Aufnahmen ausgeführt sind, ist folgende:

Grauwacke	Unteres Kohlengebirge
Thonschiefer	
Kieselschiefer	
Kramenzelkalk (oberdevonische Kalke)	Oberdevon
Calceolaschichten und Wissenbacher Schiefer A. Roemers	Mitteldevon
Spiriferensandstein	Unterdevon.

Seit jener Zeit ist es jedoch gelungen, die devonischen Schichten des Oberharzes in eingehenderer Weise zu gliedern und mit anderen Devongebieten zu parallelisieren, ein Erfolg, der für das Bockswieser Gebiet der geologischen Kartierung des Blattes Zellerfeld durch A. Halfar und L. Beushausen zu danken ist. Die Gliederung des dortigen Devons stellt sich demnach folgendermassen:

Cypridinenschiefer	oberes	Oberdevon
Clymenienkalk		
Adorfer Kalk	unteres	
Büdesheimer Schiefer		
Stringocephalenkalk	oberes	Mitteldevon
a. d. Basis Odershäuser Kalk		
Wissenbacher Schiefer und Knollenkalke	unteres	
Calceolaschichten		
Kahlebergsandstein		Unterdevon.

Diese eingehendere Gliederung der Devon-Schichten musste für den Fall, dass sie sich auch in dem Verwerfungsgebiet der Bockswieser Gruben durchführen liess, genauere Aufschlüsse über die dortigen Lagerungsverhältnisse ergeben, als sie VON GRODDECK auf Grund seiner Einteilung erhalten konnte.

Infolgedessen habe ich versucht, diese Gliederung der devonischen Schichten in den Querschlägen vom Johann-Friedricher Schacht ins Hangende und Liegende durchzuführen, und sollen die Resultate meiner Aufnahmen im Nachstehenden geschildert werden.

Methode der Untersuchung.

Die Schwierigkeiten, die sich einer derartigen geologischen Spezialaufnahme in einer Grube, zumal in alten Strecken, entgegenstellen, sind nicht gering; teils hindert oft Zimmerung und Mauerung die Aufnahme, teils ist es an vielen Stellen schwierig, gute Gesteinsstücke in unverwittertem Zustande von den Wangen der Querschläge abzulösen, die der Untersuchung nur eine sehr geringe Gesteinsfläche darbieten. Weiterhin ist es die schlechte Beleuchtung, welche die Beobachtung erschwert, und mehr noch hindern stellenweise lokale Verhältnisse, wie z. B. auf dem Ernst-August-Stollen-Flügelort. Hier mussten die Aufnahmen auf eine Länge von 1300 m bei einem Wasserstande von $1^1/_4$ m Höhe ausgeführt werden, wobei noch die grossen Schlammmassen das Vorwärtskommen bedeutend erschwerten. Bedauerlicherweise wurden auch einige nicht unwichtige Querschläge verfüllt angetroffen.

Besonders ungünstig liegen in der Bockswieser Grube die Verhältnisse dadurch, dass die Schichten zwischen den beiden Gängen sich infolge der Dislokation in einem solchen Zustande der Faltung und Fältelung befinden, dass man auf kurze Erstreckungen alle möglichen Streichrichtungen und ein Einfallen nach den verschiedensten Seiten, vielfach verbunden mit falscher Schieferung, findet. Infolgedessen ist ein Schluss aus den Aufnahmen der lokalen Lagerung auf die Gesamtlagerung fast nicht möglich, so dass auch die durch VON GRODDECK in seinem Profile eingezeichneten Fallrichtungen zum Teile der Wirklichkeit nicht entsprechen.

Die Untersuchung wurde in der Weise ausgeführt, dass Schritt für Schritt in den aufzunehmenden Strecken die petrographische Beschaffenheit des Gesteins festgestellt wurde, und von den einzelnen Schichten Handstücke zur Untersuchung über Tage geschlagen wurden. Streichen und Fallen wurde bei jeder wichtigeren Schicht

und bei Abweichungen vom General-Streichen und -Fallen gemessen. Bezüglich des Auffindens von Petrefakten muss bemerkt werden, dass dasselbe in derartigen Grubenstrecken trotz aller Sorgfalt immer mehr oder weniger vom Zufall abhängt, da die Gesteinsflächen zu gering sind, um ein systematisches Suchen nach Petrefakten zu gestatten. Glücklicherweise ist jedoch die petrographische Differenzierung der Schichten so deutlich, dass auf Grund dieser die Feststellung der Schichtenzugehörigkeit in allen Fällen möglich war.

Charakteristik der Schichten.

Die in den Querschlägen zur Beobachtung gelangten devonischen Schichtenglieder zeigen folgende Ausbildung:

Die Büdesheimer Schiefer treten durchgehends in ihrer typischen Entwicklung als Bandschiefer auf, die in unverwittertem Zustande schwarz bis grau gebändert sind, durch Verwitterung dagegen in gelbe und braune Bandschiefer übergehen. Die Breite der einzelnen Bänder schwankt von wenigen Millimetern bis zu etwa 10 cm. Sie enthalten graue und graublaue Kalkknollen, die teilweise Knotenschiefer, teilweise feste Kalkbänke bilden, ausserdem grüngelbe, milde Schiefer und schwarze feinkörnige Schiefer ohne erkennbare Bänderung. Sowohl in den Schiefern wie in den Kalken sind Schwefelkieseinlagerungen von feinen Einsprengungen bis zu grösseren Knollen ausserordentlich häufig. Von Petrefakten wurden nur Tentaculiten und Stylioninen zahlreich beobachtet; die in dieses Niveau gehörige Goniatitenfauna des Ernst-August-Stollen wird späterhin gesondert besprochen werden.

Dieses Stollen-Flügelort bietet einen ganz hervorragend schönen Aufschluss der Bandschiefer. Infolge ihres ganz flachen Einfallens sind die Büdesheimer Schiefer hier auf die grosse Erstreckung von annähernd 1000 m (von 152—1140 m ab Johann-Friedricher Schacht) fast ununterbrochen als Bandschiefer durchfahren. Die Farbe der abwechselnden Bänder ist meist grau und braun, manchmal grau und schwarz, ihre Breite vollständig regelmässig ca. 10 cm. Diese Entwicklung kommt besonders deshalb äusserlich so gut zum Ausdruck, weil die Schichten fast genau senkrecht zum Stollen streichen und sehr flach einfallen, so dass die gleichmässig breiten Bänder parallel an den Wangen hinlaufen, die hierdurch wie tapeziert erscheinen. Der Aufschluss der Büdesheimer Schiefer dürfte in gleicher Schönheit nicht leicht an einer anderen Stelle gefunden werden.

Nach dem Liegenden des Büdesheimer Schiefers zu werden die Kalke stets häufiger und gehen allmählich in den

Stringocephalenkalk über, dessen Hauptbestandteil blauschwarze bis schwarze, körnige Kalke mit massenhaften Tentaculiten und Stylioninen bilden. Neben diesen treten hellblaugraue bis schwarzgraue feinkörnige Kalke ohne Tentaculiten auf, sowie schwarze anthracitische, milde Schiefer. Auf der Rasendammer Strecke steht im Hangenden des Stringocephalenkalkes eine 20 cm mächtige Bank eines schwarzen körnigen Kalkes an, der neben Tentaculiten und Stylioninen ganz erfüllt ist von kleinen Brachiopoden, und der, wenn auch in weniger guter Ausbildung, auf den übrigen Querschlägen im Hangenden des Stringocephalenkalkes wiederkehrt. — Hellere Schiefer treten nur vereinzelt auf, dagegen sind auch in diesem Niveau Schwefelkieseinsprengungen und Nieren häufig.

Gefunden wurde hier nur ein Teil des Schwanzschildes eines Phacops.

Die Wissenbacher Schiefer treten hauptsächlich als dichte, schwarze, splittrige Schiefer mit deutlicher falscher Schieferung und reichlichen Schwefelkieseinsprengungen auf. Daneben kommen graublaue feinkörnige Schiefer und an zwei Stellen ein hellblaugrauer körniger quarzitischer Schiefer vor, während Kalke nur sehr untergeordnet auftreten.

Auf dem Lautenthaler Hoffnungs-Stollen steht allerdings eine 6 m lange Kalklinse von hellblauem bis blaugrauem Kalke an, die ein für die Wissenbacher Schiefer ungewöhnliches Vorkommen darstellt, aber auf Grund der gesamten Lagerungsverhältnisse trotzdem zu denselben gerechnet werden muss.

In diesen fanden sich neben Tentaculiten und Stylioninen

Cardiola digitata Roe. sp.[1],

sowie schlecht erhaltene Exemplare von Orthoceras und ein unbestimmbarer Trilobit.

Die Calceolaschichten setzen sich zusammen aus grauen bis dunkelblaugrauen, kalkigen Thonschiefern und ebenso gefärbten thonigen, dichten Kalken, die alle leicht gelb oder braun verwittern und sehr bröcklig werden. Die Schiefer überwiegen bedeutend über die Kalke, die stellenweise ganz zurücktreten. Von Versteine-

[1] Bei deren Bestimmung ich mich der freundlichen Unterstützung des Herrn Dr. L. Beushausen zu erfreuen hatte.

rungen wurden nur Crinoidenstielglieder gefunden, eine Armut an Petrefakten, die um so auffallender ist, als aus der Rasendammer Radstube der dortigen Grube eine sehr reiche Fauna der Calceolaschichten bekannt und von A. RÖMER beschrieben ist.

Der Kahlebergsandstein ist ein blaugrauer, äusserst feinkörniger Sandstein mit kalkig thonigem Bindemittel, der in unverwittertem Zustand sehr hart ist, dagegen leicht durch Auslaugung des Kalkgehaltes zersetzt wird und dann eine gelbliche bis braune Farbe annimmt. Trotz des allgemeinen Versteinerungsreichtums des Kahlebergsandsteins wurden in der Grube Petrefakten nicht angetroffen. Das Liegende dieser Schicht wurde durch den Schacht Johann-Friedrich, der von der vierten Strecke ab in derselben steht, noch nicht angefahren.

Die tiefsten Schichten des Kulms werden gebildet von den nur gering mächtigen

Kieselschiefern, die grau, schwarz oder bräunlich gefärbt sind, muschligen bis splittrigen Bruch zeigen, und meist in parallelipedische Bruchstücke zerfallen. Die Kieselschiefer sind stets von zahlreichen Quarzadern durchsetzt. Die mikroskopische Untersuchung der Kieselschiefer vom Ernst-August-Stollen-Flügelort wie derjenigen vom Lautenthaler Hoffnungs-Stollen beim Braune-Hirscher Schacht ergab, dass dieselben vollständig erfüllt sind von Radiolarien. Hierdurch werden die Untersuchungen von RÜST[1] bestätigt, der in einer Reihe von Harzer Kieselschiefern Radiolarien festgestellt hat.

Ueber den Kieselschiefern liegen die ca. 140 m mächtigen Kulmthonschiefer, schwärzliche bis blaugraue, milde Thonschiefer, in denen

Posidonomya Becheri BRONN.

gefunden wurde.

Lagerungsverhältnisse zwischen Pisthaler Hauptgang und Grünlindener Gang und im Liegenden des Hauptganges.

Auf Grund dieser Identifizierung der Schichten ergiebt sich schon auf der ersten aufgenommenen Strecke, dem Querschlag[2] auf

---

[1] RÜST, Dr., Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen der Trias und der paläozoischen Schichten. Paläontographica XXVIII (1891, 1892).

[2] Ueber die in Betracht kommenden Strecken, die aus dem „Profil durch den Schacht Johann-Friedrich und das Ernst-August-Stollen-Flügelort" (Tafel III) ersichtlich sind, ist zu bemerken, dass „Querschläge" Strecken sind, die senk-

der Rasendammer Strecke, völlige Klarheit über die Lagerungsverhältnisse der Schichten zwischen den Gängen.

Dieser Querschlag schliesst zunächst Büdesheimer Schiefer, dann Stringocephalenkalk, hierauf wieder Büdesheimer Schiefer, Stringocephalenkalk und abermals Büdesheimer Schiefer auf. Hieraus ergiebt sich, dass man es hier mit einem Sattel zu thun hat, in dessen Antiklinale eine Spezialmulde von Büdesheimer Schiefern eingesenkt ist. VON GRODDECK hat diese Sattelstellung der Schichten zwischen den Gängen nicht erkannt, sondern dieselben wie die Schichten im Hangenden und Liegenden flach einfallend gezeichnet, hauptsächlich wohl aus dem Grunde, weil er die Büdesheimer Schiefer und den Stringocephalenkalk noch nicht unterscheiden konnte, und deshalb in seinen Kramenzelkalken nur eine Wechsellagerung von Schiefern und Kalken sah. Es ist dies um so erklärlicher, als die Fallrichtungen, wie schon bemerkt, so verworrene sind, dass nach ihnen allein die Sattelstellung nicht zu erkennen war. Die von VON GRODDECK im Liegenden des Grünlindener Ganges als Kieselschiefer angesprochenen Gesteine sind jedoch in Wirklichkeit nur harte, bänkige Büdesheimer Schiefer, die sich schon makroskopisch durch ihre deutliche Bänderung als solche zeigen; die mikroskopische Untersuchung dieser Gesteine liess keinen Zweifel darüber zu, da sie den Büdesheimer Schiefern von anderen Stellen völlig gleichen und Radiolarien in ihnen vollständig fehlen.

Der Querschlag auf dem Lautenthaler Hoffnungs-Stollen durchfährt den nördlichen und südlichen Sattelflügel der Büdesheimer Schiefer, des Stringocephalenkalkes und der Wissenbacher Schiefer; VON GRODDECK hatte hier nur Kramenzelkalk gesehen. Auf dem Querschlag der Auguster dritten Feldortstrecke treten nur noch die Wissenbacher Schiefer und der südliche Flügel des Stringocephalenkalkes auf, während der Tiefe Georg-Stollen die Calceolaschichten und Wissenbacher Schiefer durchfährt. Auf

---

recht zu den im Gang stehenden „Feldortstrecken“ getrieben sind, während „Umbruchsörter“ dem Gangstreichen parallel, jedoch im liegenden Nebengestein verlaufen. Der Ernst-August-Stollen ist eine grossartige Stollenanlage, die in einer Teufe von durchschnittlich 360 m die sämtlichen Gruben des Klausthaler, Zellerfelder, Bockswieser und Lautenthaler Reviers verbindet und deren gesamte Grubenwasser am Südfuss des Harzes bei Gittelde abführt. Im Klausthaler Revier dient der Stollen als „schiffbare Wasserstrecke“ zum Transport der Förderung der einzelnen Gruben nach dem Aufbereitungsschachte. Das „Flügelort“ ist der Teil des Stollens zwischen dem Schreibfeder-Schacht in Zellerfeld und dem Schacht Johann-Friedrich in Bockswiese.

der vierten Feldortstrecke steht der Schacht noch in den Calceolaschichten, während er von der fünften Strecke bis ins Gesenke nur Kahlebergsandstein aufweist.

Das Ernst-August-Stollen-Flügelort ist zwischen den beiden Gängen im Kahlebergsandstein und im südlichen Sattelflügel der Calceolaschichten aufgefahren.

Somit ist zwischen den Gängen genau festgestellt die Lagerung sämtlicher Schichten von den Büdesheimer Schiefern bis zum Kahlebergsandstein. Ueber den ersteren, deren Mächtigkeit durch Aufschlüsse nicht festzustellen war, ist das Vorhandensein oberdevonischer Kalke trotz mangelnder Aufschlüsse angenommen worden, weil diese Kalke in dem Profil der devonischen Schichten auf dem Lautenthaler Hoffnungs-Stollen zwischen Johann-Friedricher und Braune-Hirscher Schacht festgestellt wurden, und ihr Auftreten, was noch zu besprechen sein wird, auch im Hangenden des Grünlindener Ganges anzunehmen ist. Dagegen ist von dem obersten Gliede des Oberdevons, dem Cypridinenschiefer nirgends eine Spur gefunden worden. Der Kieselschiefer ist in seiner Lagerung bestimmt durch einen Aufschluss auf dem Grumbacher Stollen am Hangenden des Johann-Friedricher Schachtes; im Liegenden des Grünlindener Ganges tritt derselbe jedoch nicht, wie VON GRODDECK annahm, auf der Rasendammer Strecke auf, sondern liegt bedeutend höher.

Der Johann-Friedricher Schacht selbst bietet keine Aufschlüsse, da er bis zur vierten Strecke in Zimmerung steht; zwischen der vierten und fünften Strecke habe ich im Hangenden desselben die Grenze zwischen Calceolaschichten und Kahlebergsandstein festgestellt, während VON GRODDECK diese zwischen der dritten und vierten Strecke angiebt. Die weitere Abteufung des Schachtes seit VON GRODDECK's Zeiten ermöglicht mir noch, seine Darstellung in zwei Punkten zu berichtigen; der Schacht durchteuft den Gang nicht bei der neunten Strecke, sondern wird erst zwischen der zehnten und elften Strecke ins Liegende zu stehen kommen, und das liegende Bogentrumm hat nicht das saigere Einfallen, das er annahm, sondern legt sich nach der Teufe zu wieder mehr an den Hauptgang an.

Bezüglich des Profils muss noch bemerkt werden, dass dasselbe die Sattelstellung der Schichten nicht genau in der thatsächlichen Lagerung angeben kann, weil die aufgenommenen Strecken die Schichten in einem spitzen Winkel zum Streichen durchfahren, und diese Strecken nicht alle in derselben Vertikalebene, sondern nur in der Nähe des Johann-Friedricher Schachtes liegen. Das Profil stellt

demnach eine Projektion der Aufschlüsse auf eine durch den Schacht und das Ernst-August-Stollen-Flügelort gedachte Ebene vor. Die in den Büdesheimer Schiefern angetroffene Spezialmulde ist auch bei den übrigen Schichten angedeutet, jedoch ist anzunehmen, dass noch mehr solche Mulden vorhanden, aber nicht in so günstiger Weise aufgeschlossen und erkennbar sind.

Die Aufschlüsse im Liegenden des Pisthaler Hauptganges sind, wie es in der Natur des Gangbergbaues liegt, wenig zahlreich, um so mehr als der Schacht selbst nur in grösserer Teufe im Festen steht, und Aufzeichnungen über die Schichtenfolge beim Abteufen nicht gemacht worden sind. Es konnte somit nur das Vorhandensein der gesamten Schichtenreihe von den oberdevonischen Kalken bis zu den Calceolaschichten durch einzelne Aufschlüsse auf den Strecken festgestellt werden, wogegen die Lage der Schichtengrenzen auf Konstruktion beruht. Ueber den Kahlebergsandstein fehlt hier noch jeder Aufschluss.

Lagerungsverhältnisse im Hangenden des Grünlindener Ganges und Aufschlüsse auf dem Ernst-August-Stollen-Flügelort.

Im Hangenden des Grünlindener Ganges treten von Tage herein die Grauwacken auf; der Tiefe Georg-Stollen ist nur im Kulmthonschiefer aufgefahren, so dass die Kieselschiefer erst unter diesem Stollen anstehen können. Im Ernst-August-Stollen-Flügelort bilden Calceolaschichten das Hangende des Ganges, die sodann flach von den früher besprochenen Büdesheimer Schiefern überlagert werden. Auf diesem Flügelort ergeben sich nun eine Reihe interessanter und wichtiger Fragen, deren Lösung jedoch die lokalen Verhältnisse[1] leider beträchtliche Schwierigkeiten in den Weg legen.

---

[1] Der Wasserstand in diesem Stollen beträgt nämlich etwa $1\,^1/_4$ m, das Wasser ist sehr kalt, und grosse Schlammmassen auf der Sohle sowie unvermutete Unebenheiten derselben erschweren das Vorwärtskommen ausserordentlich. Infolgedessen war es trotz einer Arbeit von fünf Schichten, von denen zwei zur Aufsuchung von Petrefakten verwandt wurden, nicht möglich, eine ganz genaue Aufnahme der fast 1200 m betragenden Strecke bis in die Kulmthonschiefer durchzuführen, um so weniger als auch die Längenmessungen neu vorgenommen werden mussten, und die beiden Bergleute, die mich mit anerkennenswerter Aufopferung bei dieser sehr nassen Aufnahme begleitet hatten, Lust zu längerer Arbeit dort nicht verspürten. Infolgedessen muss ich davon absehen, ein eigenes Profil durch diese Strecke zu geben, und sollen meine Aufnahmen nur im Anschluss an das nebenstehende VON GRODDECK'sche Profil besprochen werden.

Der Kramenzelkalk VON GRODDECK's setzt sich zusammen zunächst aus dem Stringocephalenkalk in der auch an anderen Stellen beobachteten Mächtigkeit von 20—25 m, der sodann auf eine Erstreckung von 988 m (von 152—1140 m ab Johann-Friedricher Schacht) von den Büdesheimer Schiefern überlagert wird. Die typische Ausbildung dieser Schichten ist schon erwähnt worden, erst gegen ihr Hangendes zu werden Bänke eines graublauen bis grauen Kalkes häufiger, die jedoch erst in den letzten 27 m vor Ueberlagerung des Devons durch den Kieselschiefer so mächtig werden, dass man sie als oberdevonische Kalke ansehen, und dann wohl dem Adorfer Kalk zurechnen kann.

Diesen überlagert der Kieselschiefer, auf den schwarze, stark gebänderte und gefältelte Kulmthonschiefer folgen. Die Büdesheimer Schiefer werden von 575 m bis 640 m unterbrochen durch die von VON GRODDECK angegebene Kieselschiefermulde. Ob diese Einschaltung der kulmischen Kieselschiefer in die oberdevonischen Schiefer wirklich auf einer derartig eingesenkten Mulde beruht, liess sich leider nicht untersuchen, da die Kieselschiefer infolge ihrer Brüchigkeit grösstenteils in Mauerung stehen. Die Lagerung liesse sich auch durch eine Verwerfung erklären, doch sind die VON GRODDECK'schen Aufnahmen beim Auffahren des Stollens mit solcher Genauigkeit ausgeführt worden, dass hier ein Zweifel an seiner Auf-

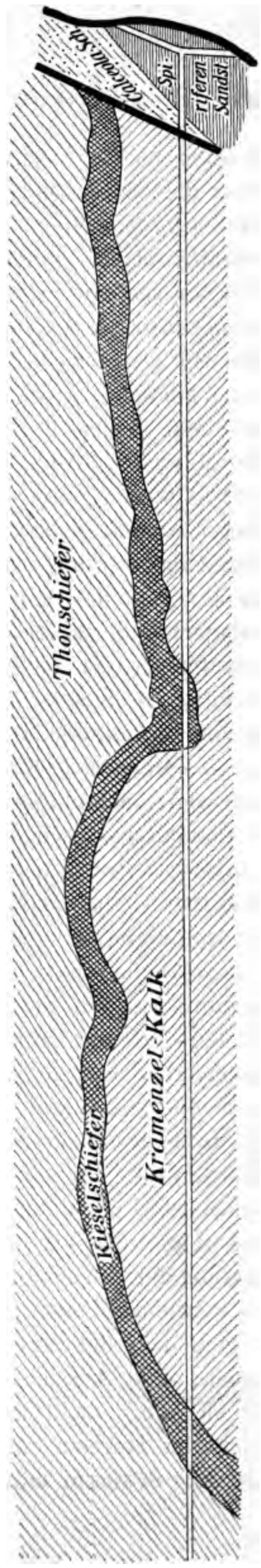


Fig. 1. **Profil durch den Ernst-August-Stollen** (nach VON GRODDECK).
Maassstab: 1 : 6000.

fassung nicht berechtigt sein dürfte. Immerhin bleibt es auffallend, dass die oberdevonischen Kalke, die bei dieser Lagerung zu beiden Seiten im Liegenden der Kieselschiefermulde auftreten müssten, vollständig fehlen. Aber auch die Annahme einer Verwerfung könnte dieses Verhältnis nicht genügend erklären, da auch dann die Kalke im Hangenden des Verwerfers unter dem Kieselschiefer auftreten müssten. Ebenso geben auch die erwähnten, als Adorfer Kalke gedeuteten hangendsten Partien des Devons auf dem Ernst-August-Stollen zu Zweifeln Anlass. Es erscheint gerade hier sehr fraglich, ob die durch VON GRODDECK festgestellte konkordante Ueberlagerung des Devon durch Kulm wirklich vorhanden ist. VON GRODDECK hat mit dieser Angabe jedenfalls nicht nur eine stratigraphische Konkordanz bezeichnen wollen, sondern hauptsächlich eine tektonische, in dem Sinne, dass die devonischen Schichten ungestört und lückenlos abgelagert und ebenso vom Kulm überlagert worden sind. Diese Auffassung wird ja auch in den heutigen Anschauungen über die Entstehungsgeschichte des Harzes allgemein angenommen. Wäre eine solche lückenlose Konkordanz vorhanden, so müssten gerade an dieser Stelle des Flügelortes die oberdevonischen Kalke in einer besseren Ausbildung auftreten, als es durch die immerhin noch zweifelhaften, geringmächtigen Adorfer Kalke geschieht. Der Gedanke an eine transgredierende Ueberlagerung, den Dr. L. BEUSHAUSEN — einer gefälligen Mitteilung seinerseits zufolge — schon für eine Stelle über Tage an der Halde des Georg-Wilhelmer Schachtes ausgesprochen hat, liegt hier jedenfalls sehr nahe. Andererseits gewinnt die Vermutung einer hier vorliegenden Verwerfung Raum infolge einer die Kalke und den Kieselschiefer, also Devon und Kulm, trennenden Gangkluft. Falls dieselbe als eine Verwerfungskluft aufgefasst wird, könnten sehr wohl die höheren oberdevonischen Schichten an ihr abgesunken sein, so dass nun der Kieselschiefer die unteren oberdevonischen Schichten anscheinend konkordant überlagert. Eine genauere Untersuchung war hier leider wiederum nicht möglich, da der Kieselschiefer in Mauerung steht, wodurch eine genaue Grenzbestimmung verhindert wird.

Jedenfalls dürften aber meine Erfahrungen aus diesem Stollen zeigen, dass die Verhältnisse dort noch zu manchem Zweifel Anlass geben; eine Aussicht auf günstigere Umstände zu Aufnahmen dort ist allerdings nicht vorhanden, nachdem sich meine Hoffnung, vielleicht im Herbste einen etwas niedrigeren Wasserstand anzutreffen, als irrig erwiesen hatte.

Die Goniatitenfauna des Ernst-August-Stollen-Flügelortes.

Eine andere nicht unwichtige Frage harrt hier ebenfalls noch ihrer Lösung. von Groddeck giebt an[1], dass sich auf dem Flügelorte bei etwa 500 Lachter Entfernung vom Johann-Friedricher Schacht in schwarzen Thonschiefern schön erhaltene verkieste Goniatiten fanden, und zwar Goniatites Iugleri, subnautilinus, planilobus, bicanaliculatus, Bactrites carinatus, die A. Roemer aus seinen Wissenbacher Schiefern beschrieben hat, zusammen mit ächt oberdevonischen Formen, wie Goniatites retrorsus und lamed. Der Fundort dieser rätselhaften Fauna blieb aber immer unsicher, da von Groddeck einen Teil der Versteinerungen erst aus zweiter Hand erhalten hat, während ein anderer Teil im Bockswieser Zechenhaus und in einem Rumpelkasten des Auguster Gaipels gefunden wurde. Durch viele Nachfragen stellte von Groddeck den mutmasslichen Fundpunkt fest, doch lieferte das Gestein, das er nachträglich dort wegschiessen liess, keine Versteinerungen. Später hat dieses Vorkommen mit dazu beigetragen, dass man den Goslarer Schiefern ein jung-mitteldevonisches oder sogar oberdevonisches Alter beilegen wollte. Dr. Beushausen[2] hat später dies Vorkommen dahin erklärt, dass die Goniatiten zwar vom Stollenort stammen, aber zum Teil aus den Büdesheimer, zum Teil aus den Wissenbacher Schiefern, indem er ein Profil: Wissenbacher Schiefer, Stringocephalenkalk, Büdesheimer Schiefer, Adorfer Kalk annahm. Nach dem Ergebnis meiner Aufnahmen treten jedoch Wissenbacher Schiefer auf dem Flügelort nicht auf; dieselben könnten nur in Frage kommen direkt im Hangenden des Grünlindener Ganges unter dem Stringocephalenkalk, wo ich jedoch solche nicht habe feststellen können. Wenn auch die Genauigkeit meiner Aufnahmen, wie bemerkt, auf dem Stollen durch die Verhältnisse beeinträchtigt wurde, so glaube ich meine Behauptung bis zur Durchführung einer ganz genauen Aufnahme um so mehr aufrecht erhalten zu können, als auch von Groddeck im Hangenden des Grünlindener Ganges nur „Kramenzelkalk" angiebt, und dessen Unterscheidung zwischen Wissenbacher Schiefern und Kramenzelkalk sich — bis auf die eine Stelle auf dem Lautenthaler Hoffnungs-Stollen — durchgehends als richtig erwiesen hat.

---

[1] A. von Groddeck, Erläuterungen zu den „Geognostischen Durchschnitten durch den Oberharz". Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen XXI (1873), S. 9.

[2] Zeitschr. d. d. geol. Gesellschaft 1896, S. 225.

Mein eigenes Suchen nach diesen Goniatiten blieb zunächst im ganzen Bereich der mächtigen Büdesheimer Schiefer ohne Erfolg, erst das Herausschiessen[1] einer grösseren Menge Gesteine in der VON GRODDECK bezeichneten Gegend (980 m vom Johann-Friedricher Schacht) führte zum Ziel.

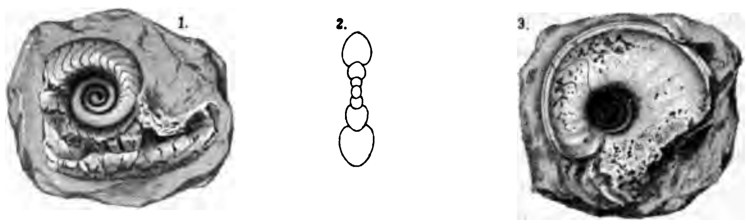


Fig. 2. 1. *Gephyroceras calculiforme* BEYR. $\frac{4}{1}$ [2].
2. *Querschnitt von Gephyroceras calculiforme* BEYR. $\frac{4}{1}$.
3. *Gephyroceras tripartitum* SANDB. $\frac{3}{1}$.

Aus einer ziemlich grossen Menge von Gestein fand ich vier Exemplare von

Gephyroceras calculiforme BEYR.

und ein Exemplar von

Gephyroceras tripartitum SANDB.,

die durch Vergleichung mit mir vorliegenden Büdesheimer Stücken und mit der einschlägigen Litteratur als solche bestimmt werden konnten, und von denen je ein Exemplar nebenstehend abgebildet ist. Dieselben sind verkiest und ziemlich gut erhalten, jedoch ausserordentlich klein, 4—8 mm. Ausser diesen fand ich noch eine Reihe von Bruchstücken kleiner verkiester Petrefakten, die stark verdrückt und ebenso wie ein Orthoceras nicht zu bestimmen waren. Hiermit ist das Vorkommen oberdevonischer Goniatiten in den Büdesheimer

[1] Diese Arbeit war insofern besonders schwierig, als ich zunächst mit Hülfe des mich begleitenden Bergmannes Holz vom Schacht bis zu dieser Stelle transportieren musste, um den Stollen dort mit einer Brücke zudecken zu können, aus der dann nach dem Schiessen ein Floss gebaut wurde zum Transport der Säcke mit dem herausgeschossenen Gesteinsmaterial nach dem Schacht.

[2] Die Schale ist mit schwach sichelförmigen, sehr feinen Anwachsstreifen bedeckt, die auf dem zerdrückten letzten Umgange besonders deutlich hervortreten, jedoch leider bei der Reproduktion nicht zum Ausdruck gelangt sind.

Schiefern des Stollens belegt, doch bleibt es auffallend, dass gerade Arten gefunden wurden, die unter den von Groddeck'schen, soweit sie oberdevonisch sind, nicht vertreten waren. Damit bleibt jedoch immer noch die Möglichkeit offen, dass die letzteren trotzdem an dieser oder einer benachbarten Stelle des Stollens vorkommen, jedenfalls aber ist die Fauna an der untersuchten Stelle eine so spärliche, dass das Vorhandensein einer reichen Goniatitenfauna, wie es nach den von Groddeck'schen Angaben zu erhoffen war, höchst fraglich ist. Die mitteldevonischen Formen von Groddeck's müssen aber ohne Zweifel von anderem Orte als diesem Ernst-August-Stollen-Flügelort stammen, und dann in den doch zu recht starken Bedenken Anlass gebenden „Rumpelkasten des Auguster Gaipels" gewandert sein.

Als Hauptresultate der Untersuchung wäre nunmehr zusammenzufassen:

1. Die devonischen Schichten sind in den Querschlägen vom Johann-Friedricher Schacht von den oberdevonischen Kalken bis zum Kahlebergsandstein vollzählig und in konkordanter Lagerung vorhanden, und konnten mit Ausnahme der oberdevonischen Kalke genau gegliedert werden. Die konkordante Ueberlagerung des Kulms über das Devon ist dagegen nach den Aufschlüssen auf dem Ernst-August-Stollen nicht ganz wahrscheinlich.

2. Das Aufreissen der Bockswieser Gangspalten hat bedeutende Verwerfungen des Nebengesteins durch Absinken der Schichten im Hangenden des Verwerfers verursacht. Die Verwerfung durch den Grünlindener Gang beträgt 190—200 m, während die Verwerfung durch den Pisthaler Hauptgang weniger bedeutend ist, da dessen Liegendes durch den Georg-Wilhelmer Gang selbst stark verworfen ist.

3. Die kulmischen und devonischen Schichten zwischen Pisthaler Hauptgang und Grünlindener Gang haben bei der Dislokation eine bedeutende sekundäre Faltung erfahren und bilden einen Sattel, dessen südlicher Flügel steiler als der nördliche einfällt. Zugleich hat diese Faltung die gesamte Lagerung zu einer ausserordentlich unregelmässigen und vielfach gestörten gestaltet.

Ueber einige Versuche mit Becquerel- und mit Röntgen-Strahlen.

Von

F. Himstedt.

Herr Dr. GIESEL hatte die Freundlichkeit, mir eins seiner wirksamen Radiumpräparate zu leihen. Ich habe bei Gelegenheit zweier Vorträge einem grösseren Auditorium mit Hilfe dieses Präparates sehr bequem zeigen können: 1) das Leuchten der Substanz, 2) die Erregung des Barium-Platinocyanür-Schirmes auch dann, wenn das Radium in eine Schachtel aus 0,5 mm dickem Eisenblech eingeschlossen war[1], 3) die Erregung der Phosphorescenz von Sidot-Blende sowohl wie von anderen Substanzen, 4) Die Einwirkung auf das Elektroskop durch die Wände der Eisenschachtel hindurch auf eine Entfernung von über 5 m, 5) den Einfluss auf die Funkenstrecke einer Elektrisirmaschine. Für diesen Versuch wurde bei einer Voss'schen Influenzmaschine die Funkenstrecke auf ca. 6 cm gestellt und der treibende Motor so regulirt, dass gerade noch Funken übergingen. Brachte man das Radium nun dicht unter die Kugeln der Funkenstrecke, so hörten die Funken auf. Die Wirkung liess sich viel leichter demonstriren, als die Kugel der Kathode, wie dies ELSTER und GEITEL[2] angegeben haben, durch eine grössere Scheibe ersetzt wurde. Bei einem Scheibendurchmesser von 30 cm konnte man die Maschine so schnell laufen lassen wie überhaupt möglich, wobei in der Sekunde 2—3 Funken von 8 cm Länge übersprangen. Sobald das Präparat in die Nähe der Funkenstrecke gebracht wurde, hörten die Funken sofort auf.

---

[1] Im Dunkelzimmer, mit gut ausgeruhtem Auge, konnte man die Fluorescenzerregung des Schirmes durch eine 1 cm dicke Bleischichte noch sehr gut sehen.

[2] Wiedemann's Annalen 1899, Bd. 69 S. 673.

Im Gegensatz zu den Herren ELSTER und GEITEL glaube ich bei der Gelegenheit feststellen zu sollen, dass Röntgen-Strahlen dieselbe Wirkung hervorbringen können. Mit einer Focusröhre, die durch ein 50 cm-Inductorium mit Wehnelt-Unterbrecher gespeist wurde, habe ich die Wirkung noch bei 4 m Entfernung der Funkenstrecke von der Röhre absolut sicher demonstriren können. Die Röhre war dabei in einen lichtdicht schliessenden Kasten eingeschlossen. Da mir bei diesen Versuchen, welche ich schon im vorigen Sommer in der Vorlesung gezeigt habe, aufgefallen war, dass, wenn die Elektrisirmaschine dicht bei der Röhre stand, so dass die ganze Maschine von kräftigen X-Strahlen getroffen wurde, dann stets nach Abstellung des Inductoriums eine gewisse Zeit verging (2—10 Sekunden), ehe die Elektrisirmaschine wieder Funken gab, so schien es mir von vornherein sehr unwahrscheinlich, dass, wie die Herren ELSTER und GEITEL vermuthet haben, der Mangel an Continuität in der Strahlung der mit einem Inductorium getriebenen Röhre Schuld daran sein sollte, dass die genannten Autoren keine Wirkung der Röntgen-Strahlen auf die Funkenstrecke beobachten konnten. Ich habe das Inductorium mit einem Foucault-Unterbrecher von zwei Unterbrechungen in der Sekunde benutzt, und damit die Wirkung auf die Funkenstrecke stets sicher erhalten. Vielleicht war die von den Herren ELSTER und GEITEL benutzte Röhre nur zu schwach.

Des Weiteren habe ich mit dem GIESEL'schen Radium die magnetische Ablenkung der Becquerel-Strahlen zeigen können, so dass die Erscheinung auf 3 m Entfernung noch gut gesehen werden konnte. Das Präparat lag in einem ganz flachen Bleikästchen von 5 mm Wandstärke, dessen Deckel in der Mitte eine dickwandige Bleiröhre von 1 cm Durchmesser und ca. 5 cm Länge trug. Auf diese, die zwischen den Polen des Elektromagneten hindurchging, wurde der Röntgen-Schirm gelegt, auf dem dann ein scharf begrenzter kreisrunder Fleck entstand. Beim Schliessen des Stromes im Elektromagneten konnte dieser Fleck vollkommen zum Verschwinden gebracht werden. Beim langsamen Schwächen des Stromes sah man den Fleck von der Seite her wieder in seine alte Lage kommen.

Man hat, soviel mir bekannt, den Energieaufwand für die beständige Strahlung des Radiums herzuleiten gesucht aus einem langsam verlaufenden chemischen Processe. Es schien mir deshalb von besonderem Interesse, den Einfluss tiefer Temperaturen auf die Radioactivität des Präparates zu untersuchen. Die Herren HAGENBACH und KAHLBAUM in Basel hatten die Freundlichkeit, die hierzu

nöthige flüssige Luft herstellen zu lassen und selbst an den Beobachtungen Theil zu nehmen. Es konnte keine Abnahme, weder in der Leuchtkraft, noch in der Erregung des Fluorescenzschirmes beobachtet werden. Belichtete BALMAIN'sche Leuchtfarbe, mit der ein Controlversuch ausgeführt wurde, erschien bei der Temperatur der flüssigen Luft vollkommen dunkel.

Um den Einfluss der Abkühlung auf die Fähigkeit des Radiums, das Elektroskop zu entladen, zu untersuchen, wurde die folgende Anordnung benutzt. Der Knopf eines EXNER'schen Elektroskopes war durch einen Draht verbunden mit einer isolirten horizontal aufgestellten Metallplatte von 6 cm Durchmesser. Unter dieser wurde ein in Watte verpacktes Becherglas aufgestellt, in welches das in eine Glasröhre eingeschlossene Radium gebracht werden konnte. Es wurde beobachtet die Zeit, während welcher das Elektroskop von 2000 auf 1000 Volt entladen wurde. Bei Zimmertemperatur gaben hierfür 3 Versuche übereinstimmend 31 Sekunden. Nachdem jetzt das Becherglas mit flüssiger Luft gefüllt und genügend lange gewartet war, ergaben sich 33, 35, 34, 35 Sekunden. Hinterher ergaben die Versuche in Zimmertemperatur wieder 31 Sekunden.

Aus dieser Differenz von ca. 3 Sekunden, deren thatsächliches Vorhandensein durch eine neue Versuchsweise festgestellt wurde, darf man jedoch noch nicht den Schluss ziehen, dass die Abkühlung auf eine tiefe Temperatur die Radioactivität entsprechend vermindert hätte. Man darf nicht ausser Acht lassen, dass bei der gewählten Versuchsanordnung die Strahlen vom Radium zum Elektroskope das eine Mal durch gasförmige, das zweite Mal durch flüssige Luft gehen, und dass letztere, entsprechend ihrer bedeutend grösseren Dichte, auch stärkere Absorption hervorrufen kann. Um hiervon unabhängig zu sein, wurde das Becherglas ein Mal gefüllt mit Alkohol von Zimmertemperatur, das zweite Mal mit Alkohol, der bis an seinen Erstarrungspunkt abgekühlt war. Es ergab sich in beiden Fällen die gleiche Entladungsdauer von 36 Sekunden. Dieselben Versuche sind wiederholt, immer mit dem gleichen Erfolge angestellt, indem die Abkühlung durch feste CO_2 in Aether bewirkt wurde[1].

Es ist bekannt, dass, wenn man das Präparat, in lichtdichtes Papier eingeschlossen, auf das im Dunkelzimmer gut ausgeruhte geschlossene Auge legt, man eine Lichtempfindung wahrnimmt, bei der

[1] Kurze Zeit nachdem die Versuche am 27. März abgeschlossen waren, erfuhren wir, dass Herr und Frau CURIE schon vor uns ähnliche Versuche mit dem gleichen Erfolge ausgeführt hatten.

man das Gefühl hat, als sei das ganze Auge mit Licht erfüllt. Ueberraschend ist dabei, wie schnell das Auge für diese Lichtempfindung ermüdet. Ich habe mir zwei ganz gleiche Päckchen aus lichtdichtem Papier hergestellt, das eine mit dem Radium, das andere mit einer entsprechenden Menge Sand gefüllt. Legt man einem Menschen mehrmals hintereinander auf die beiden Augen die beiden Päckchen, sie ohne sein Wissen wiederholt vertauschend, so sind manche Menschen nach 10—15 maliger Wiederholung des Versuches wohl noch im Stande anzugeben, dass sie eine Lichtempfindung haben, vermögen aber nicht mehr anzugeben, auf welchem Auge das wirksame Päckchen mit dem Radium liegt. Nach etwa 30 maliger Wiederholung des Versuches vermag nach meiner Erfahrung kein Mensch mehr anzugeben, auf welches Auge das Radium, auf welches der Sand gelegt ist. Man wird zur Erklärung der Lichtempfindung ja wohl annehmen müssen, dass die Netzhaut oder auch die Linse bezw. der Glaskörper des Auges zur Fluorescenz erregt wird[1], vielleicht ist die erwähnte schnelle Ermüdung daraus zu erklären, dass die Fluorescenz nicht momentan verschwindet, und deshalb die Contraste geringer werden.

Da die Becquerelstrahlen durch undurchsichtige Substanzen hindurchgehen, so war es von vorn herein sehr wahrscheinlich, dass Blinde, deren Sehvermögen dadurch verloren gegangen ist, dass die Hornhaut oder die Linse des Auges getrübt ist, trotzdem unter der Einwirkung der Becquerel-Strahlen eine Lichtempfindung haben würden. Versuche an einer grösseren Anzahl von Personen haben dies durchaus bestätigt.

Zum Schlusse möchte ich noch erwähnen, dass es mir nicht gelungen ist, irgend eine Wirkung des Radiums auf den Cohärer nachzuweisen, dagegen habe ich ohne Schwierigkeiten zeigen können, dass der Widerstand einer Selenzelle durch die Einwirkung der Becquerel-Strahlen herabgesetzt wird. Bei diesen Versuchen war das Radium in eine mehrfache Hülle lichtdichten photographischen Papiers eingeschlossen, bei einigen Versuchen befand es sich auch in einer Eisenschachtel von 0,5 mm Wandstärke, so dass die Wirkung sichtbarer Strahlen mit voller Sicherheit ausgeschlossen war. Es wurde hierauf mit grosser Sorgfalt geachtet, weil durch Vorversuche festgestellt war, dass alle phosphorescirenden Substanzen den Wider-

---

[1] Ueber diesbezügliche Versuche mit Becquerel- und mit Röntgen-Strahlen, die ich inzwischen zusammen mit Herrn Dr. NAGEL angestellt habe, soll in Kürze berichtet werden.

stand der Selenzelle bei directer Bestrahlung herabzusetzen vermögen, durch lichtdichtes Papier hindurch jedoch keinerlei Wirkung ausüben. Die Widerstandsverminderung der Selenzelle durch das Radium betrug, wenn letzteres durch eine doppelte Hülle lichtdichten Papiers und eine ca. 1 cm dicke Luftschicht hindurch wirkte, ca. 1 % und liess sich mit der WHEATESTONE'schen Brücke sehr sicher messen.

Ich habe bei dieser Gelegenheit dann weiter constatirt, dass Röntgen-Strahlen sehr energisch auf die Selenzelle wirken. Ich konnte den Widerstand der Zelle durch Röntgen-Strahlen um mehr als 50 % vermindern. Ich hoffe, dass sich hieraus eine Methode ergeben wird, welche in bequemer Weise die Intensität der Röntgen-Strahlen zu messen, resp. die Strahlung verschiedener Röhren unter verschiedenen Umständen zu vergleichen gestattet. Ebenso wie die Röntgen-Strahlen vermögen nach meinen Versuchen aber auch die ultravioletten Strahlen den Widerstand der Selenzelle zu verkleinern, dagegen nicht die ultrarothen Strahlen. Es liegt bei der übereinstimmenden Wirkung der ultravioletten, der Röntgen- und der Becquerel-Strahlen die Vermuthung nahe, dass die Widerstandsverminderung des Selens eine indirecte sei, indem direct durch die Wirkung jener Strahlen eine Fluorescenz oder Phosphorescenz des Selens hervorgerufen werde, und dieses dann erst so zu sagen unter der Wirkung seiner eigenen Strahlen seinen Widerstand ändere. Ich habe jedoch auch bei den sorgfältigsten Beobachtungen im Dunkelzimmer keine Fluorescenz oder Phosphorescenz des Selens beobachten können.

Freiburg i. Br., 15. April 1900.

Zweite Mittheilung über Versuche mit Kreuzungen von verschiedenen Hausmausrassen.

Von

Georg von Guaita,
Volontairassistent.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Freiburg im Breisgau.)

Seit einer Reihe von Jahren stellte ich Versuche mit Kreuzungen verschiedener Rassen der Hausmaus an. Einen ersten Bericht über diese Versuche veröffentlichte ich im Februar 1898 [1]; seit dieser Zeit bis Ende Oktober 1899 setzte ich diese Versuche noch weiter fort, deren Resultate ich hier in Kurzem wiedergeben will, hauptsächlich in der Absicht, ein Vergleichsmaterial für ähnlich gerichtete Versuche niederzulegen.

Da ich in meiner 1. Mittheilung nur bis zu der IV. Generation gelangt bin und diese selbst noch unvollständig war, so komme ich nochmals auf dieselbe zurück.

IV. Generation.

Von den durch Kreuzungen II. Generation erhaltenen Mäusen III. Generation wählte ich 9 Pärchen zur Nachzucht aus. Von diesen blieben 4 Paare unfruchtbar. Ich habe bereits in meiner ersten Mittheilung die 5 übrigen Paare III. Generation besprochen, und zwar standen mir damals um diese Zeit

vom 1. Paar 1 Wurf,
vom 2. Paar 4 Würfe,
vom 3. Paar 1 Wurf,

---

[1] Vergleiche diese Berichte Bd. X, 1898.

vom 4. Paar 3 Würfe,
vom 5. Paar 1 Wurf

zur Verfügung. Seit dieser Zeit bis Oktober 1899 ist noch eine grössere Anzahl von Würfen in den einzelnen Kreuzungen hinzugekommen. —

Das Ergebniss ist nunmehr folgendes: Von den 5 fruchtbaren Kreuzungen III. Generation erhielt ich in 25 Würfen im Ganzen 77 Junge IV. Generation, also auf den Wurf 3,08 Junge. Von diesen 77 Jungen waren 39 ♂♂ und 38 ♀♀. Auch bei diesen Mäusen kam, wie ich bereits früher mitgetheilt habe, eine verschiedenartige Vertheilung der Rassenmerkmale vor, und zwar kann man dabei folgende Formen unterscheiden:

I.
1. Ganz graue Mäuse (G.) 25 Stück (15 ♂♂, 10 ♀♀).
2. Ganz schwarze Mäuse (S.) 2 Stück (2 ♂♂).
3. Graue Mäuse mit weissen Abzeichen (G. w.) 31 Stück (13 ♂♂, 18 ♀♀).
4. Schwarze Mäuse mit weissen Abzeichen (S. w.) 3 Stück (2 ♂♂, 1 ♀).

II.
5. Weisse Mäuse mit rothen Augen (A.) 6 Stück (2 ♂♂, 4♀♀).

III.
6. Graue Tanzmäuse (g. T.) 3 Stück (2 ♂♂, 1 ♀).
7. Schwarze Tanzmäuse (s. T.) 2 Stück (2 ♀♀).
8.[1] Schwarze Tanzmäuse mit weissen Abzeichen (s. T. w.) 2 Stück (2 ♂♂).
9. Graue Tanzmäuse mit weissen Abzeichen (g. T. w.) 3 Stück (1 ♂, 2 ♀♀).

V. Generation.

Von den Jungen IV. Generation wurde wieder eine grössere Anzahl zur Weiterzucht ausgewählt und so eine V. Generation gezüchtet. Im Ganzen stellte ich mit 12 Paaren Kreuzungsversuche an. Fünf davon ergaben keine Jungen, darunter zwei, bei denen die Eltern Geschwister waren. Ich gebe in der angefügten Tafel I zunächst ein Verzeichniss der 7 fruchtbaren Kreuzungen, wobei ich wegen der Raumersparniss folgende Abkürzungen verwenden werde:

---

[1] Statt der Bezeichnung „Schwarz-weiss gescheckte Tanzmäuse" (erste Mittheilung S. 14 unter No. 7) werde ich weiterhin stets die Bezeichnung „Schwarze Tanzmäuse mit weissen Abzeichen" benützen, da sich inzwischen herausgestellt hat, dass bei dieser Kategorie die schwarze Farbe stets überwiegt.

A.	Albino (weisse Maus mit rothen Augen).
T.	Japanische Tanzmaus.
G.	Graue Maus mit den Charakteren der Hausmaus (mus musculus).
S.	Ganz schwarze Maus.
G. w.	Graue Maus mit weissen Abzeichen.
S. w.	Schwarze Maus mit weissen Abzeichen.
g. T.	Graue Tanzmaus.
s. T.	Schwarze Tanzmaus.
w. T.	Weisse Tanzmaus.
g. T. w.	Graue Tanzmaus mit weissen Abzeichen.
s. T. w.	Schwarze Tanzmaus mit weissen Abzeichen.

Von diesen 7 Kreuzungen IV. Generation erhielt ich in 31 Würfen im Ganzen 134 Junge V. Generation, also auf den Wurf 4,32 Junge. Wie bei der IV. Generation, so kamen nach den in Tafel I angegebenen Tabellen auch hier wieder die verschiedenartigsten Rassenmerkmalkombinationen vor, und zwar folgende 10 Kategorien:

I.
1. Ganz graue Mäuse (G.) 1 Stück (1 ♂).
2. Ganz schwarze Mäuse (S.) 9 Stück (3 ♂♂, 6 ♀♀).
3. Graue Mäuse mit weissen Abzeichen (G. w.) 53 Stück (26 ♂♂, 27 ♀♀).
4. Schwarze Mäuse mit weissen Abzeichen (S. w.) 19 Stück 8 ♂♂, 11 ♀♀).

II.
5. Ganz weisse Mäuse mit rothen Augen (A.) 18 Stück (14 ♂♂, 4 ♀♀).

III.
6. Graue Tanzmäuse (g. T.) 2 Stück (1 ♂, 1 ♀).
7. Schwarze Tanzmäuse (s. T.) 3 Stück (3 ♀♀).
8. Weisse Tanzmäuse (w. T.) 1 Stück (1 ♂).
9. Graue Tanzmäuse mit weissen Abzeichen (g. T. w.) 2 Stück (1 ♂, 1 ♀).
10. Schwarze Tanzmäuse mit weissen Abzeichen (s. T. w.) 5 Stück (5 ♂♂).

IV. Todtgeburten 21 Stück.

Es kommen also im Wesentlichen wieder dieselben Färbungsabstufungen wie bei der IV. Generation vor.

Was die Rassenmerkmale im Einzelnen anbelangt, so kamen auch hier die Tanzmäuse (No. 6—10) der japanischen Tanzmausrasse in Grösse und Temperament gleich, während die Mäuse von No. 1—5 der grauen Stammrasse ähnlich waren.

zuführen ist, dass die elterlichen Tanzmäuse V. Generation grossentheils steril blieben. Im grossen Ganzen ist überhaupt die Wahrnehmung zu machen, dass die Tanzmausrasse nach und nach verschwindet. Auch die ganz grauen Mäuse verschwinden in dieser VI. Generation fast ganz, während die albinotischen Mäuse in grösserer Anzahl vorhanden sind, als in der V. Generation. Auch bei der VI. Generation hatte ich eine Kreuzung, wo beide Eltern V. Generation und die 4 Grosseltern IV. Generation sämmtlich graue Mäuse mit weissen Abzeichen waren. Von den 8 Urgrosseltern III. Generation waren 4 graue Mäuse mit weissen Abzeichen, 2 Albinos und 2 graue Mäuse. Die Nachkommenschaft VI. Generation bestand nun wieder hauptsächlich aus grauen Mäusen mit weissen Abzeichen (8 ♂♂, 13 ♀♀). Minder zahlreich waren die weissen Mäuse (2 ♂♂, 8 ♀♀), während die einfarbig grauen Mäuse fast ganz verschwanden (1 ♂). Wie aus den Zahlen der Geschlechter hervorgeht, sind die ♀♀ Nachkommen in der Majorität vorhanden.

Zeichen von Degeneration machten sich auch bei diesen Kreuzungen wieder bemerkbar, so z. B. wurden bei einer Kreuzung von 8 Jungen 6 von den Eltern gleich nach der Geburt aufgefressen.

VII. Generation.

Von den Jungen VI. Generation wurden 8 zur Weiterzucht ausgewählt, also 4 Kreuzungen VI. Generation gebildet, wovon jedoch eine unfruchtbar blieb. Die Tabelle III gibt ein Verzeichniss der 3 fruchtbaren Kreuzungen VI. Generation. —

Es sei hierzu bemerkt, dass aus hier nicht weiter zu erörternden Gründen bei einer der Kreuzung insofern eine Vermengung der Generationen vorgenommen wurde, als bei dem 2. Paar das ♂ (schwarze Maus) der V. Generation angehörte und auch schon als Vater bei einer der Kreuzungen V. Generation gedient hatte. Dieses Männchen zeigte, wie hier gleich erwähnt werden soll, besondere Eigenthümlichkeiten in der Färbung. In den ersten Monaten seines Lebens war es ganz schwarz. Späterhin (12. Mai) bemerkte ich nun, dass die Färbung sich änderte. Kopf und Rücken bis nach der Brust zu blieben schwarz, dagegen wurden die Hinterhälfte des Rückens, Hinterbeine, Becken und Unterleib graubraun, und zwar scharf abgeschnitten gegen das Schwarz. Nach und nach nahm die graubraune Färbung auf der linken Seite zu. Vom 29. Mai an nahm die schwarze Färbung wieder nach hinten fortschreitend zu. Am 15. Juni war die schwarze Farbe immer weiter gegangen, nur die

beiden Oberschenkel waren noch graubraun. Vom 20. Juli an nahm die graubraune Färbung immer mehr ab, bis endlich am 23. Oktober das ganze Thier wieder total schwarz war. Im Anfang glaubte ich nun, es sei eine besondere Abart von Färbung, weil mir bisher in meiner ganzen Zucht keine solche Farbenzusammenstellung vorgekommen war. Es stellte sich jedoch heraus, dass es sich nur um eine vorübergehende, mit dem Haarwechsel zusammenhängende Umfärbung handelte. Immerhin scheint mir ein derartiger mehrmaliger Wechsel der Rassencharaktere bei einem Individuum bemerkenswerth zu sein, zumal er nicht gut verglichen werden kann mit dem Auftreten und Wiederverschwinden von atavistischen Charakteren bei den Jungen anderer Säugethiere (vgl. Zebrastreifung). Blicken wir nun auf die Tabellen zurück, so ergiebt sich, dass in 11 Würfen im Ganzen 25 Junge VII. Generation (also auf den Wurf 2,27) fielen, wovon indessen nur 7 am Leben blieben, wiederum ein Merkmal der fortschreitenden Degeneration der Zucht.

Unter jenen 7 am Leben gebliebenen Jungen traten nur dreierlei Verschiedenheiten auf.

1. Ganz weisse Mäuse mit rothen Augen (A.) 1 Stück (1 ♀).
2. Graue Mäuse mit weissen Abzeichen (G. w.) 4 Stück (4 ♂♂).
3. Weisse Tanzmäuse (w. T.) 2 Stück (1 ♂, 1 ♀).
4. Todtgeburten 18 Stück.

Bei einer von diesen 3 fruchtbaren Kreuzungen (III. Paar) fand auch wieder ein bemerkenswerther Rückschlag auf die Grosseltern statt, indem von rein albinotischen Eltern neben einem Albino zwei weisse Tanzmäuse fielen.

Da bei dieser Kreuzung die beiden Grossväter (V. Generation) weisse Tanzmäuse, die beiden Grossmütter (V. Generation) reine Albinos waren, so kommen hier die grosselterlichen Charaktere in annähernd gleichem Verhältniss bei den Enkeln zum Vorschein. Die hier hervortretende Erscheinung, dass die Abkömmlinge von weissen Mäusen (Albinos oder weisse Tanzmäuse) auch wieder weisse Färbung haben, scheint im Uebrigen, wie die übrigen Versuche ergeben, eine allgemeine zu sein. —

Ferner geht aus den Versuchen abermals hervor, dass die Tanzmauscharaktere weniger zäh sind als die der Albinos, und dass überhaupt mit dem Auftreten derselben eine weitergehende und raschere Degeneration der Rasse verbunden ist, als bei den Albinos, wie im Einzelnen an der Hand der Tabellen leicht nachgewiesen werden könnte.

Zum Schluss möchte ich noch eine Tabelle geben, in welcher in jeder Generation die Anzahl der Jungen auf den Wurf ausgerechnet ist. —

4 Paarungen I. Generation: 31 Mäuse in 7 Würfen, à Wurf 4,42 Mäuse II. Generation.

4 Paarungen II. Generation: 50 Mäuse in 17 Würfen, à Wurf 2,94 Mäuse[1] III. Generation.

5 Paarungen III. Generation: 77 Mäuse in 25 Würfen, à Wurf 3,08 Mäuse[1] IV. Generation.

7 Paarungen IV. Generation: 134 Mäuse in 31 Würfen, à Wurf 4,32 Mäuse V. Generation.

5 Paarungen V. Generation: 95 Mäuse in 30 Würfen, à Wurf 3,16 Mäuse VI. Generation.

3 Paarungen VI. Generation: 25 Mäuse in 11 Würfen, à Wurf 2,27 Mäuse VII. Generation.

Aus dieser Tabelle ist zu entnehmen, dass eine Abnahme der Fruchtbarkeit nicht eingetreten ist, trotzdem von der II. Generation an in weiterem Umfang Incestzucht getrieben worden ist. —

Freiburg i. Br., 4 Mai 1900.

[1] Die Zahlen der Jungen III. und IV. Generation stimmen nicht mit denen meiner ersten Mittheilung überein, da ich damals die Kreuzungen II. und III. Generation noch nicht abgeschlossen hatte.

Fig. 1.

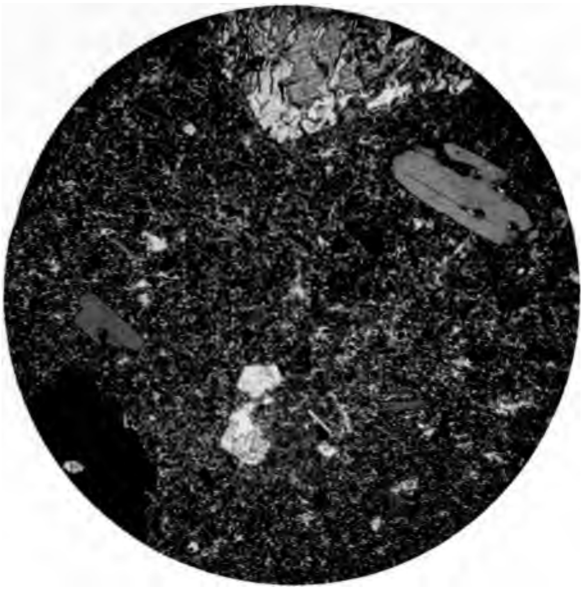
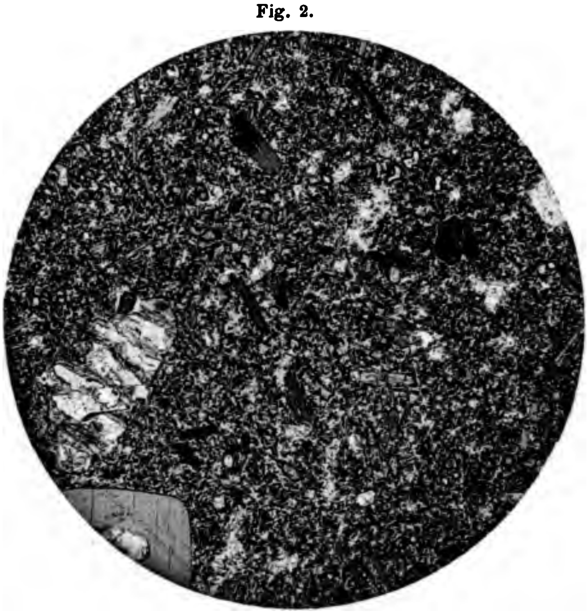
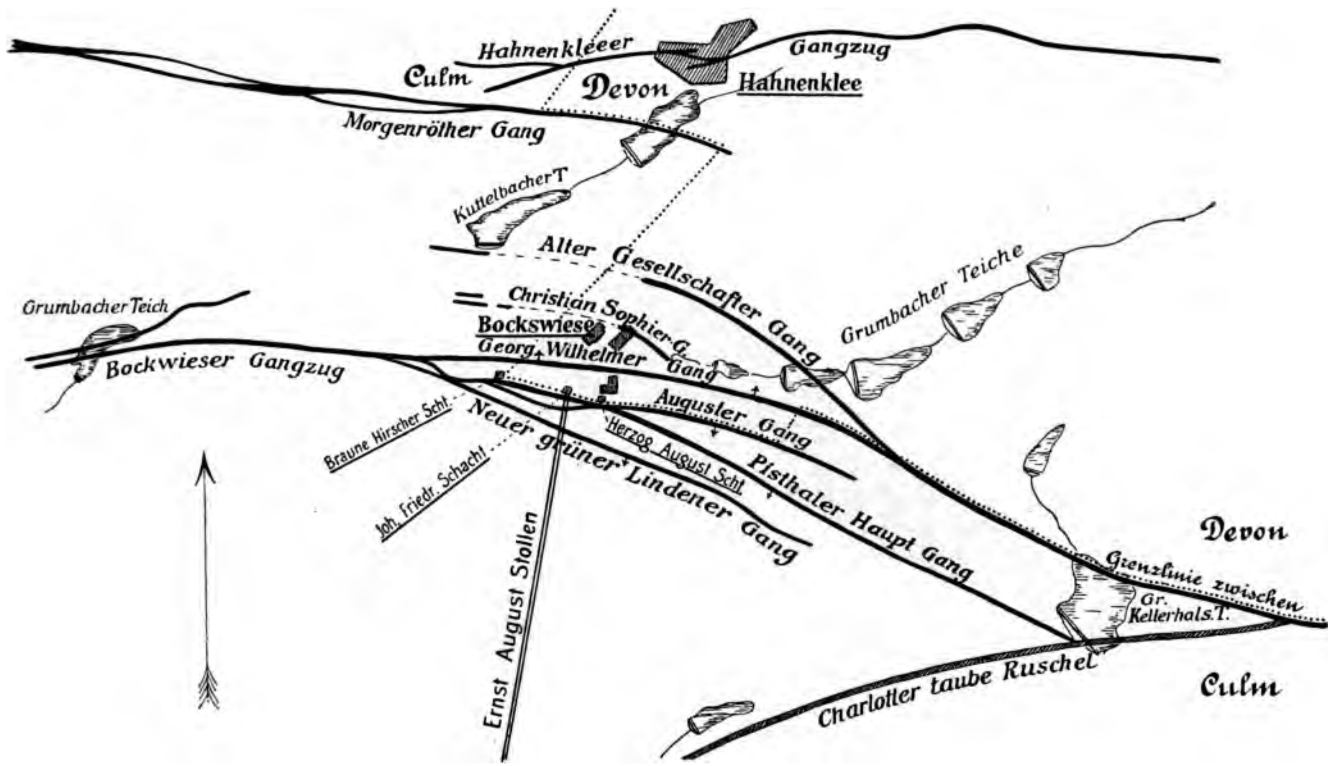


Fig. 2.

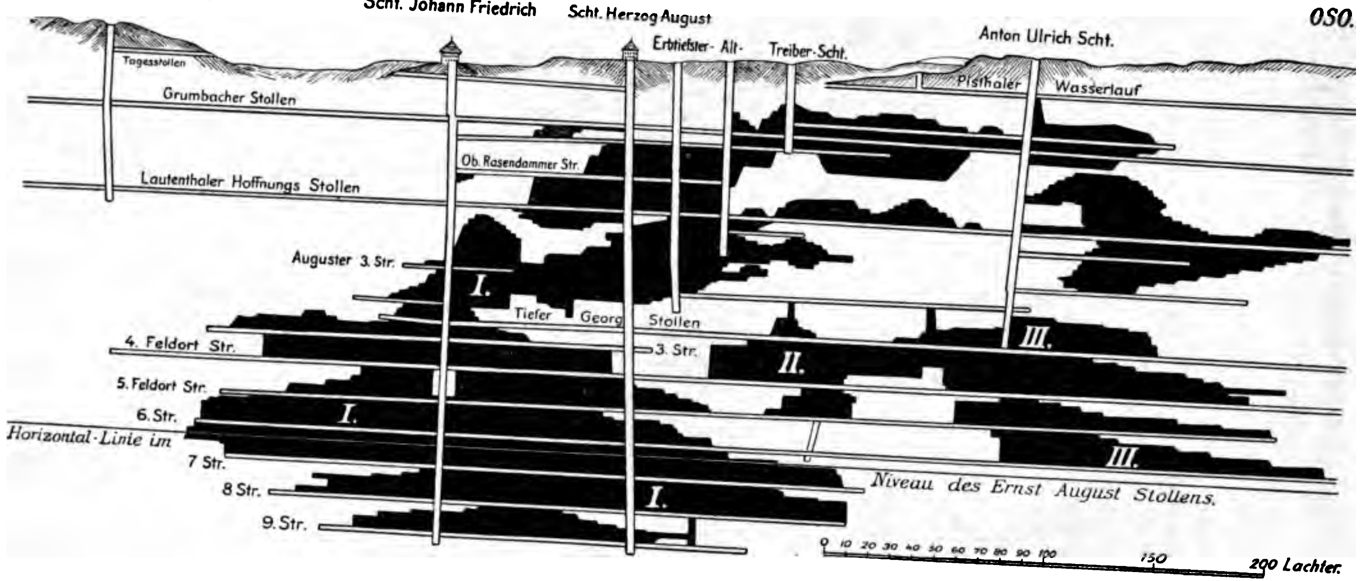


Gangkarte des Bockswieser Grubenzuges.



Maassstab: 1 : 32000.

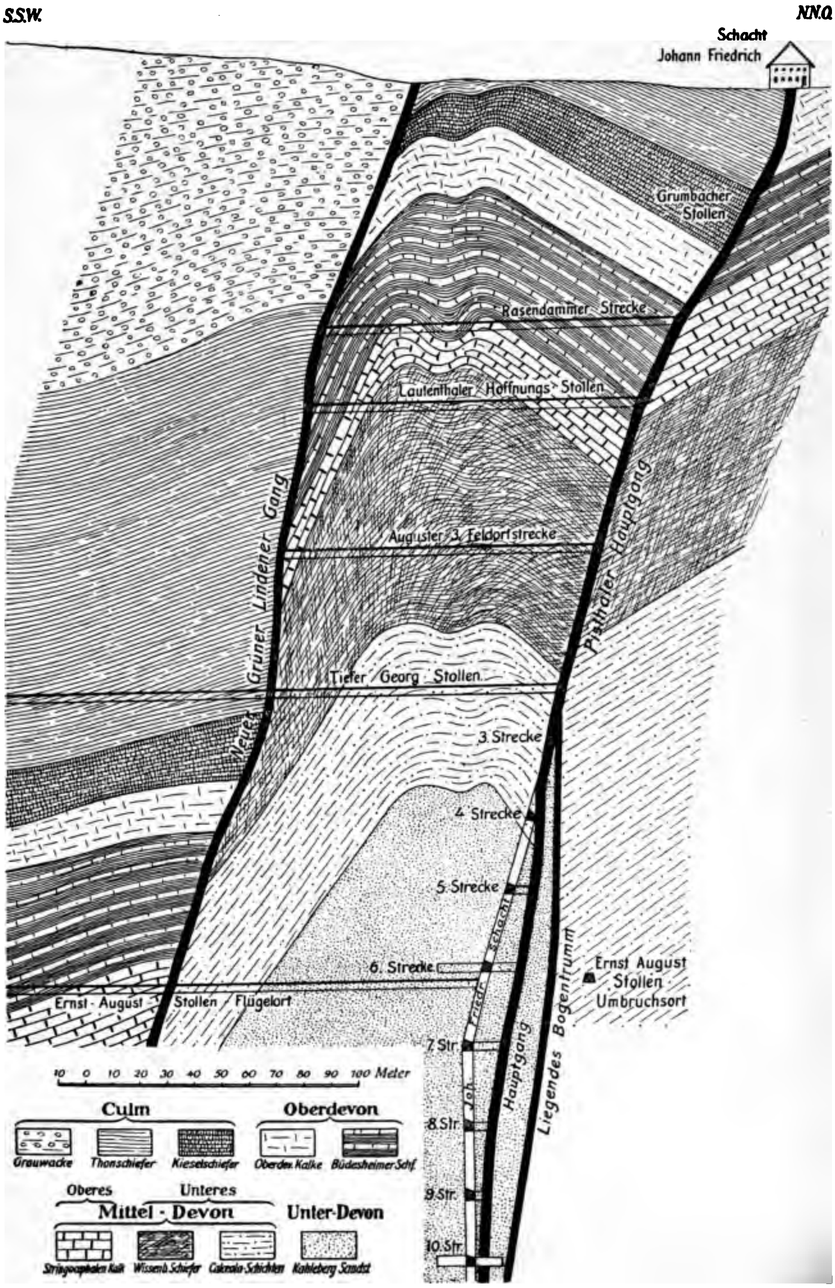
Saiger-Riss des Bockswieser Grubenzuges.
Baue auf dem Pisthaler Hauptgange.



Maassstab: 1 : 6400.
(1 Lachter = 1,9198 m.)

Tafel III.

Profil durch den Schacht Johann-Friedrich und das Ernst-August-Stollen-Flügelort.



Maassstab: 1 : 2780.

2. Wurf.	1 g. T. w.	1 g. T. w.
	2 S. w.	1 S. w.
3. Wurf.	2 G. w.	1 g. T.
	2 S. w.	1. S. w.

VI. Paar.

I. Generation.	♂ T. ♀ A.	♂ A. ♀ T.	♂ T. ♀ A.	♂ A. ♀ T.	♂ T. ♀ A.	♂ A. ♀ T.	♂ T. ♀ A.	♂ A. ♀ T.
II. Generation.	♂ G	♀ G.	♂ G.	♀ G.	♂ G.	♀ G.	♂ G.	♀ G.
III. Generation.	♂ G. w.		♀ G. w.		♂ A.		♀ G.	
IV. Generation.	♂ G. w.				♀ G. w.			
V. Generation.	♂♂				♀♀			

	♂♂	♀♀
1. Wurf.	1 G. w.	4 G. w.
2. Wurf.	1 G. w.	—
3. Wurf.	2 G. w.	2 G. w.
4. Wurf.	2 A.	1 A.
5. Wurf.	1 A.	—
	1 G. w.	—
6. Wurf.	2 G. w.	2 G. w.
7. Wurf.	2 A.	2 G. w.
	3 G. w.	—
8. Wurf.	3 A.	2 G. w.
	1 G. w.	—
9. Wurf.	2 G. w.	1 G. w.
10. Wurf.	3 G. w.	2 G. w.
11. Wurf.	2 G. w.	2 G. w.

VII. Paar.

I. Generation.	♂ T. ♀ A.	♂ A. ♀ T.	♂ T. ♀ A.	♂ A. ♀ T.	♂ A. ♀ T.	♂ A. ♀ T.	♂ T. ♀ A.	♂ A. ♀ T.
II. Generation.	♂ G.	♀ G.	♂ G.	♀ G.	♂ G.	♀ G.	♂ G.	♀ G.
III. Generation.	♂ A.		♀ G.		♂ w. T.		♀ G.	
IV. Generation.	♂ g. T.				♀ S. w.			
V. Generation.	♂♂				♀♀			

	♂♂	♀♀
1. Wurf.	1 g. T.	1 A.
	1 G.	